

DK 360535

REPUBLIKA DEMOKRATIKA MALAGASY

MDG-1-47

HYDRAULIQUE AGRICOLE

MINISTERE DE LA PRODUCTION AGRICOLE
ET DE LA REFORME AGRAIRE

REGION DU LAC ALAOTRA
MADAGASCAR

**ETUDES PEDOLOGIQUES
DE QUELQUES PLAINES PERIPHERIQUES**
(ECHELLE : 1/20 000)

G. BOURGEON
1984

I.R.A.T.
INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES
MONTPELLIER - FRANCE

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'expérimentation d'accompagnement pour le développement de la production des rizières de la SOMALAC, le Ministère de la Production Agricole et de la Réforme Agraire Malgache (MPARA) a demandé à l'IRAT de réaliser deux études pédologiques, l'une au 1/50 000e et l'autre au 1/20 000e.

Le présent rapport concerne l'étude pédologique au 1/20 000e. Le financement de cette étude était assuré par le Fonds Français d'Aide et de Coopération (FAC, convention n° 316/C/DPL/82/MAD).

La prospection pédologique pour cette étude a eu lieu du 26 juillet 1983 au 6 octobre de la même année.

La surface prospectée est de 11 850 ha.

Cette prospection a pu se dérouler dans les meilleures conditions grâce à l'accueil et à la collaboration de Monsieur CHARPENTIER et de Mademoiselle RONDRO, qu'ils trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
Introduction	
Sommaire	I
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
1e PARTIE-PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE	
1/ Place de la cartographie au 1/20 000	1
2/ Méthode et moyens utilisés pour la cartographie au 1/20 000e	2
2.1. Rappel des termes du contrat	2
2.2. Documents photographiques	2
2.3. Observations de terrain	3
2.4. Cartographie	3
2.5. Mesures hydropédologiques	4
2e PARTIE-LE MILIEU PHYSIQUE	
Généralités	1
Avertissement	1
Les différents ensembles morphologiques	1
1/ Les épandages fluviaux actuels "Baibohos"	1
Caractéristiques générales	1
1.1. Morphodynamique alluviale dans les zones de "Baibohos"	2
Mécanismes généraux	3
tri granulométrique longitudinal	3
tri granulométrique transversal	5
influence de l'irrigation	8
1.2. Les unités cartographiques dans la zone des "Baibohos"	8
Les cônes alluviaux de piémont (unité 14)	9
Les épandages sableux (unité 15)	9
Les levées (unité 16)	10
Epandages limoneux (unités 17,18 et 19)	12
2/ La plaine alluviale fluviale de la rive Est (unités 12 et 13)	15
3/ La plaine alluviale fluvio lacustre (unités 6,7,8,9 et 10)	18
Les tourbières des zones à comblement déficitaire (unité 11)	22

II

	<u>Pages</u>
4/ Le glacis terrasse jaune (unité 4 et 5)	23
5/ Les reliefs ou "Tanety"	24
Les bas de versants colluvionnés (unité 3)	24
6/ Les marécages (unité 20)	25
2e PARTIE-L'ALIMENTATION EN EAU DES CULTURES DE CONTRE-SAISON	
Introduction	1
1/ Avertissement	1
2/ Mesures effectuées	2
2.1. Profils hydriques	2
2.2. Capacité au champ	2
2.3. Mesures de pF	2
2.4. Mesures d'infiltrabilité	3
3/ Rappels théoriques	3
3.1. Notations	3
3.2. Loi de DARCY simple	4
3.3. Loi de JURIN	4
3.4. Le concept de potentiel	4
3.5. Potentiel capillaire, potentiel matriciel	5
3.6. Notion de pF	5
3.7. Courbes caractéristiques	5
3.8. Mesures des remontées capillaires par la détermination du produit kh	6
3.9. Analyse de la remontée capillaire dans les sols	8
3.10. Equation générale du mouvement de l'eau (cas d'un mouvement à une dimension)	10
3.11. Analyse du rabattement de nappe dans un sol	12
3.12. Rôle des stratifications dans la dynamique du système eau-sol	13
4/ Résultats	14
4.1. Profils hydriques	14
4.2. Mesures de capacité au champ	17
4.3. Mesures de pF	18
4.4. Estimation des mouvement d'eau lors du ressuyage	19
4.5. Détermination de la sorptivité	21
4.5.1. Courbes brutes (d'infiltration)	22
4.5.2. Résultats d'ajustement	23
5/ Conclusions	25

4e PARTIE-CONSOLIDATION DES "BAIBOHOS"

Introduction	1
1/ Rappel théorique sur la consolidation	1
1.1. Approche des pédologues	2
1.2. Approche géotechnique	3
1.2.1. L'essai oedométrique	3
1.2.2. Influence du temps (durée) dans la consolidation des matériaux argileux	4
2/ Applications	7
2.1. Résultats généraux disponibles sur les sols des "baibohos"	7
2.1.1. Essais géotechniques	7
2.1.2. Calculs de la "valeur n" pour différents échantillons	7
2.2. Evaluation des tassements potentiels	8
2.3. Conséquences pour les aménagements.	9

ANNEXES

Descriptions des profils et résultats analytiques.

LISTE DES TABLEAUX

	<u>n°</u>		<u>Pages</u>
<u>IIIe partie</u>	I	Hauteur de la remontée capillaire dans un tube	4
	II	Profils hydriques. Résultats	14
	III	Capacités au champ de différentes couches. Résultats	18
	IV	Mesures de pF. Résultats	18
	V	Valeurs retenues pour un sol de texture "limoneuse" (humidité au-dessus de la nappe)	19
	VI	Sorptivité pour différents profils	24
<u>IVe partie</u>	VII	"Valeur n" pour différents horizons	8

LISTE DES FIGURES

	<u>n°</u>		<u>Pages</u>
<u>IIe partie</u>	1	Evolution du tracé de la Sasomangana	4
	2	Coupes schématiques. Profils des rivières	5
	3	Evolution du tracé de l'Ilakana	7
	4	Profil 7. Profil hydrique en saison sèche	11
	5	Etude de l'effet de l'abaissement de la nappe dans un sol de "Baibohos"	14
	6	Schéma explicatif de la configuration générale d'une tourbière	22
<u>IIIe partie</u>	7	Les différentes zones au-dessus de la nappe	2
	8	Loi de DARCY	4
	9	Loi de JURIN	4
	10	Potentiels de l'eau	5
	11	Courbes caractéristiques d'humidité en sorption et désorption	6
	12	Analogie avec la loi de DARCY	6
	13	Mécanisme de l'ascension capillaire dans un système de capillaires de rayons différents	8
	14	Conditions de remplissage d'une série de tubes capillaires en fonction de leur rayon et de leur niveau dans une enceinte isotherme	9
	15	Régime permanent de circulation vers le haut et évaporation à partir d'une nappe phréatique	10
	16	Variation du stock d'eau lors du rabattement de nappe	13
	17	Stock d'eau soumis au ressuyage	20
	18	Courbes brutes d'infiltration cumulée - profil 1	22
	19	Courbes brutes d'infiltration cumulée - profil 3	22
	20	Courbes brutes d'infiltration cumulée - profil 5	23
	21	Courbes brutes d'infiltration cumulée - profil 7	23
	22	Courbes brutes d'infiltration cumulée - profil 9	23
<u>IVe partie</u>	23	Schéma de l'essai oedométrique	3
	24	Courbes de l'essai oedométrique	4
	25	Courbe de consolidation	5
	26	Schéma analogique	5
	27	Consolidation (couche ouverte)	6
	28	Isochrones	7

1^e PARTIE

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

1ERE PARTIE

PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE

INTRODUCTION

Nous ne reviendrons pas ici sur l'environnement général de la région du Lac Alaotra, ni sur les données acquises lors des études nombreuses qui ont déjà été effectuées.

L'étude pédologique réalisée ici comportant deux phases nous montrerons d'abord l'enchaînement de ces deux phases.

Après un bref rappel des méthodes et moyens employés pour la réalisation pratique de la cartographie, les différentes unités de milieu seront présentées.

Etant donné l'extrême importance des conditions d'alimentation hydrique des cultures de contre-saison dans les zones prospectées nous développerons ce sujet en troisième partie.

Enfin les descriptions des profils caractéristiques, les résultats des différentes analyses et mesures seront regroupés en annexe.

1 - PLACE DE LA CARTOGRAPHIE AU 1/20 000e

La cartographie au 1/20 000 succédant à une étude de reconnaissance, c'est cette première étude qui a servi à définir les zones à étudier en détail.

Ce choix a été fait en privilégiant les vallées où des dépôts fluviatiles micacés actuels (appelés localement "Baiboho") couvrent une part importante des superficies totales des rizières.

Ces alluvions actuelles présentant des caractères particuliers qui les rendent favorables aux cultures de contre-saison, notre attention s'est naturellement portée vers les contraintes du milieu pour ces cultures.

Les plaines sélectionnées à l'issue de l'étude de reconnaissance étaient (v. carte de localisation) :

- la plaine de la LOVOKA à l'Est d'IMERIMANDROSO (1 300 ha)
- la plaine de l'ILAKANA (4 430 ha)
- la partie amont de la plaine de la SASOMANGANA (4 230 ha)

Dans le but de caractériser le point d'essais où sont réalisées les cultures de blé de contre-saison, nous avons étudié aussi le cône d'alluvions actuelles qu'a déposées la MANANAMONTANA à son débouché des collines (1890 ha).

2 - METHODE ET MOYENS UTILISES POUR LA CARTOGRAPHIE AU 1/20 000e

La prospection des différentes plaines a eu lieu pendant la saison sèche et fraîche, ce qui nous a permis d'accéder sans problèmes en tout point.

2. 1. Rappel des termes du contrat

"Il sera procédé à une observation, sondage ou profil pour 30 à 40 hectares; 12 profils seront prélevés pour analyse à 3 niveaux.

Sur les échantillons prélevés, des analyses complètes seront effectuées : granulométrie, pH, complexe absorbant, bases échangeables, matière organique, azote total, phosphore assimilable, humidité à 2 pF.

La pureté des unités cartographiées sera au moins de 60 % et la précision des limites sera au moins de 450 mètres. Cette précision sera redéfinie de manière approximative à la fin de l'étude".

2. 2. Documents photographiques et topographiques utilisés

Les observations de terrain ont été effectuées en complément de l'interprétation des différentes couvertures photographiques aériennes. Nous disposons des missions photographiques suivantes (panchromatiques) :

- missions IGN MAD 197/100 de 1965 pour la plaine de l'ILAKANA, échelle 1/10 000e,
- mission IGN MAD 185/200 de 1963 pour la plaine de la LOVOKA, échelle 1/20 000e,
- mission SATOM 70-164 de décembre 1970 pour la plaine de la SASOMANGANA, échelle 1/20 000e,
- mission SATOM 70-164 de décembre 1970 pour la plaine de la MANANAMONTANA, échelle 1/20 000e.

L'ancienneté des clichés permet de noter d'assez importantes et récentes modifications dans le tracé des cours d'eau : la morphodynamique actuelle des rivières est très active.

Les photos aériennes ont ensuite été assemblées en mosaïque semi-controlée à l'aide des fonds topographiques existants au 1/50 000e : feuilles de ANDILANATOBY, AMBATONDRAZAKA, AMBATOSOROTRA, MORARANO ATSIMO, VOHIMENAKELY, ANDROMBA, AMBOHIJANAHARY.

2. 3. Observations de terrain

Les observations de terrain sondages et fosses ont été localisées à la suite d'une première interprétation sommaire de la couverture photographique. Pour faciliter les déplacements, elles ont, dans la mesure du possible, été disposées le long des transects recoupant le maximum d'unités, donc perpendiculaires à la direction des rivières. Quatre cent cinquante quatre sondages ont été effectués, ce qui correspond à une densité moyenne de un sondage pour 26 ha, donc supérieure aux normes du marché.

Cette augmentation du nombre des observations doit permettre une meilleure appréciation des variations texturales des alluvions fluviales.

Afin d'appréhender la mise en place des différents matériaux la plupart des sondages ont été effectués jusqu'à une profondeur de 2,5 à 3 mètres, et certains au-delà, jusqu'à 5 mètres.

Ces sondages ont permis dans la plupart des sites d'atteindre la nappe phréatique.

Pour compléter les observations par sondages, des fosses ont été ouvertes pour descriptions et prélèvements, dix neuf (19) fosses ont ainsi été décrites et douze (12) prélevées pour analyses.

2. 4. Cartographie

La carte publiée à l'échelle du 1/20 000e est basée, nous l'avons signalé plus haut, sur une mosaïque des photographies aériennes "calée" sur un agrandissement du fond topographique. Les échelles des photos étant différentes et variables d'une bande de prise de vue à l'autre, il s'ensuit des distorsions et des imprécisions dans le résultat final, donc des erreurs de localisations imputables à l'absence de fond topographique précis au 1/20 000e.

Cette absence de fond topographique, ainsi que les changements intervenus dans le tracé des rivières et des aménagements depuis l'établissement du fond au 1/50 000 nous ont amenés à dessiner un fond simplifié pour les besoins de notre carte ; ce fond souffre, bien entendu, des mêmes distorsions que la carte.

Selon une approche maintenant classique à l'IRAT, la carte est une carte morphopédologique. L'aspect "pédologie" n'est pas le seul pris en compte ; intervenant aussi le matériau, le modèle général des unités, le microrelief, le régime hydrologique... cette façon de procéder traduit l'organisation naturelle du milieu physique, elle convient très bien aux études à moyenne échelle et correspond à une utilisation optimale des documents photographiques. La carte est publiée sous la forme couleur + indices ; les sondages et profils y sont localisés.

2. 5. Mesures hydropédologiques

Nous avons jugé qu'étant donné l'importance des problèmes hydriques dans les secteurs étudiés quelques mesures des paramètres hydrodynamiques des sols étaient nécessaires ; pour cela nous avons réalisé les déterminations suivantes :

- détermination de K : conductivité hydraulique surtout dans sa composante horizontale, par la méthode du trou à la tarière en présence de la nappe et pour différents types de matériaux,
- détermination de l'infiltrabilité I et de ses deux paramètres selon la théorie de PHILIP : K (composante verticale) et S sorbtivité (caractérisation des sols pour les mouvements capillaires)
- déterminations de densités apparentes par la méthode du cylindre accompagnées de déterminations d'humidités volumiques à différentes hauteurs au-dessus de la nappe et pour différents types de sols.
- établissement, au laboratoire, des courbes pF/humidité de ressuyage.

2^e PARTIE

LE MILIEU PHYSIQUE

2EME PARTIE

LE MILIEU PHYSIQUE

GENERALITES

L'étude pédologique au 1/20 000 a été conduite uniquement sur quelques plaines et a fait ressortir d'assez grandes différences entre ces plaines ; ceci montre le danger qu'il y aurait à trop extrapoler les résultats obtenus à toute la région du lac.

La diversité des plaines s'explique en grande partie par des "facteurs extérieurs" qui ont une grande importance et qui sont :

- la nature lithologique des roches des bassins versants qui influence directement la texture des alluvions,
- le nombre et l'étendue des "lavakas" dans les bassins versants qui expliquent l'existence et l'importance des "baibohos",
- l'évolution du seuil rocheux sur l'exutoire du lac qui a commandé localement une évolution morphologique particulière.

AVERTISSEMENT

Puisque cette étude fait suite à une étude de reconnaissance générale et que nous n'avons pas fait les mêmes hypothèses sur l'évolution du milieu nous devons nous en expliquer. La carte, nombre d'unités et conception de la légende, est en effet plus ou moins influencée par les hypothèses que l'on peut formuler : il n'y aurait pas de cartographie sans hypothèses cartographiques. Pour chaque unité nous donnerons donc notre conception de sa nature.

LES DIFFERENTS ENSEMBLES MORPHOLOGIQUES

1 - LES EPANDAGES FLUVIATILES ACTUELS - "BAIBOHOS"

CARACTERISTIQUES GENERALES-MORPHOLOGIE

Ces épandages sont tous très récents et leur mise en place se poursuit à chaque crue. Le terme "baibohos" désigne un matériau généralement limoneux,

rose et micacé ; les formations sableuses purement quartzeuses qui les accompagnent et sont de même origine ne sont pas appelées "baibohos". Ces épandages, quand ils existent occupent l'amont des vallées alluviales et s'étendent plus ou moins vers l'aval selon le développement des "lavakas" dans le bassin versant.

La morphologie est typiquement alluviale, elle est soulignée par la forme du parcellaire : parcelles très étroites dans les zones à pentes les plus fortes correspondant aux "levées".

On distingue assez aisément les formes suivantes :

- cônes alluviaux,
- levées de berge,
- bancs alluviaux de rive convexe,
- deltas de rupture de levées,
- cuvettes d'inondation ou de décantation,
- épandages de débordement.

Ces distinctions sont assez aisées le long du tracé actuel des rivières, mais la dynamique naturelle de l'inondation est entravée par la pratique de l'irrigation ; les formes plus anciennes laissées par des tracés qui ont aujourd'hui été abandonnés sont complètement transformées par l'irrigation. Les unités que nous avons retenues pour décrire le paysage tiennent compte de ces modifications et ne correspondent donc pas à une morphologie alluviale sensu stricto.

1. 1. Morphodynamique alluviale dans les zones de "Baibohos"

La morphodynamique alluviale est très active dans la zone des baibohos et si nous en doutions, ses manifestations actuelles, spectaculaires et parfois catastrophiques nous le confirmeraient.

Il semble que les événements les plus marquants que l'on puisse observer - changement de cours des rivières et dépôts des grands épandages sableux sur les rizières - aient eu pour cause les principaux cyclones de ces dernières années.

Mécanismes généraux*

Une zone de baibohos fonctionne en plaine alluviale, on y observe :

- une accumulation généralisée et rapide d'alluvions,
- de très nombreux changements dans le tracé du lit des rivières qui "balayent" ainsi la plaine.

Les deux rivières ILAKANA et SASOMANGANA proviennent de la zone des collines ("tanety") où elles présentent un cours sinueux à pente relativement forte (5 à 10 % mesurés sur les fonds topographiques). A leur débouché dans la plaine, la pente diminue fortement (de l'ordre de 1 % à l'aval des "baibohos") cette brutale diminution de la pente entraîne un freinage et une perte de compétence du courant donc des alluvionnements.

L'observation du lit des rivières permet de distinguer plusieurs cas :

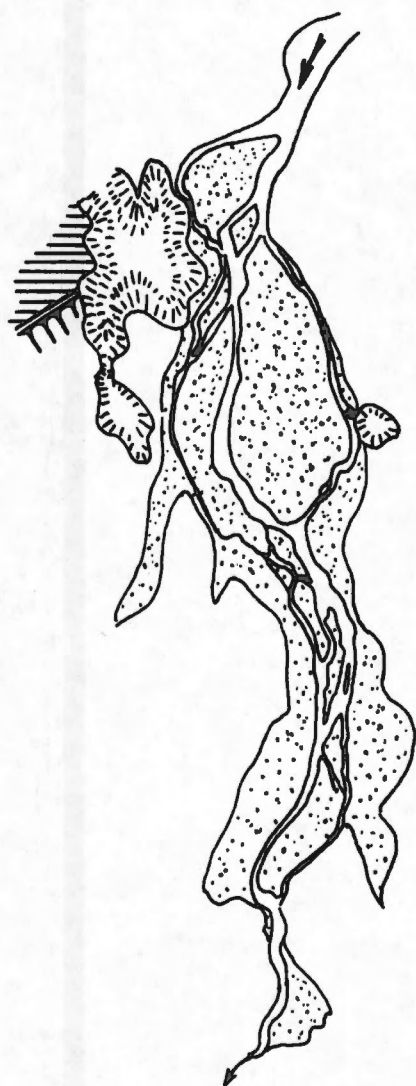
- lit à chenaux anastomosés : correspond au tracé de la SASOMANGANA sous le barrage d'AMPARIHILAVA,
- lit plus ou moins rectiligne "calibré" : nouveau tracé de l'ILAKANA,
- lit à méandres : cas de l'ancien tracé de l'ILAKANA.

Tri granulométrique longitudinal

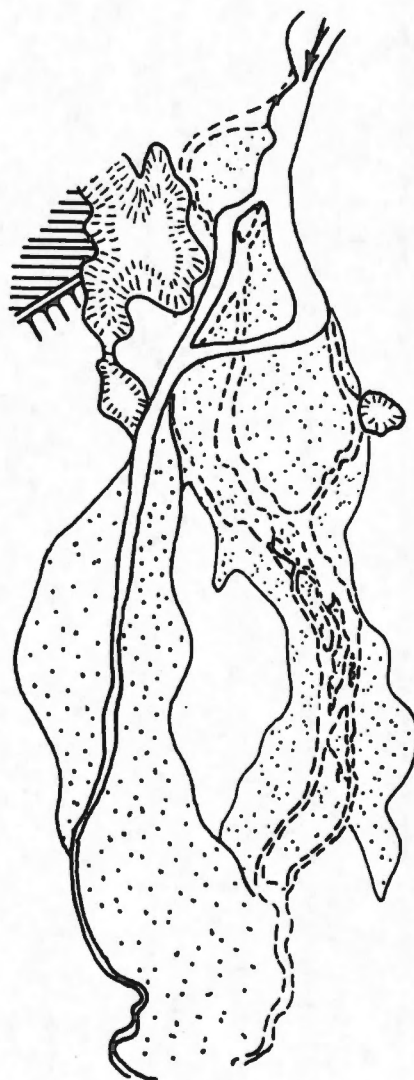
De ces trois cas le premier est celui qui exprime le mieux la perte de compétence de la rivière à son débouché dans la plaine. Les accumulations d'alluvions sont alors telles qu'elles provoquent la division en plusieurs chenaux, dans chaque chenal la compétence est encore réduite... il se produit ainsi une chaîne de rétroactions qui entraînent un tri granulométrique longitudinal.

Cette dynamique a provoqué le changement de cours de la SASOMANGANA (que l'on peut observer aujourd'hui par rapport à celui des photographies aériennes de 1970).

* J. TRICART ayant analysé ces mécanismes et les formes résultantes d'une façon très complète nous nous référons à ses explications et à son vocabulaire.



Photos de déc. 1970



Sépt. 1983

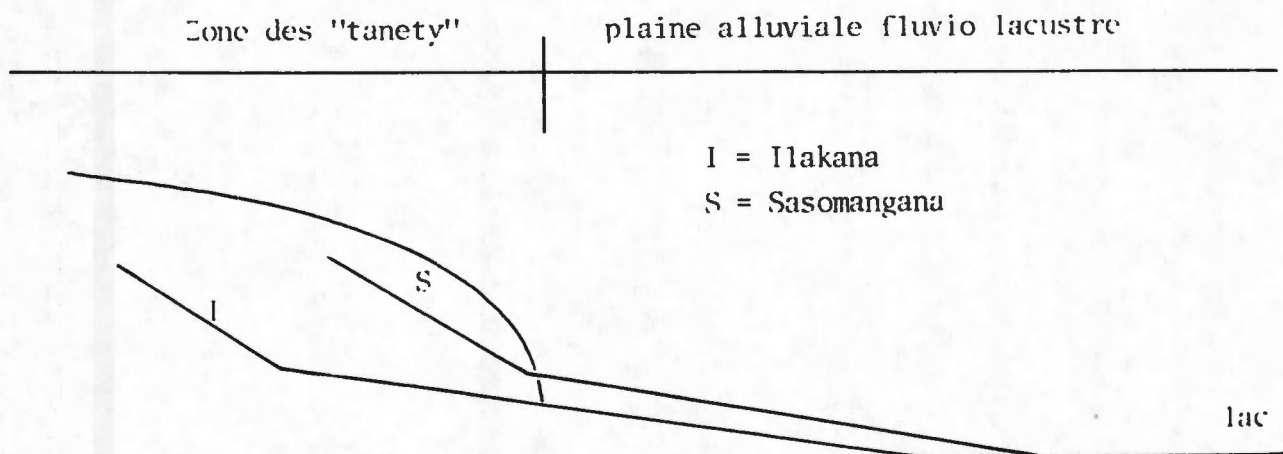
Fig. 1 : Evolution du tracé de la SASOMANGANA (1/20 000)

Légende  tanety

 épandage sableux

Nous ne l'avons pas observé dans les autres vallées (ILAKANA et MANANAMONTANA). Pour l'ILAKANA le changement de pente entre le haut cours de la rivière et celle de la plaine alluviale des baibohos se produit dans la zone des tanety donc avant l'arrivée de la rivière dans la plaine alluviale.

Fig 2 : Coupe schématique



Dans la plaine les dépôts alluviaux ont atteint une pente générale qui permet le transit des alluvions vers l'aval. Les mécanismes qui vont jouer alors le plus grand rôle sont ceux du tri granulométrique transversal.

Tri granulométrique transversal

Ce tri s'effectue naturellement lors des crues sous l'effet du débordement et est actuellement modifié par l'irrigation. En l'absence d'aménagement et d'irrigation on constate un gradient granulométrique décroissant allant de l'axe du chenal vers les cuvettes qu'il inonde; ce gradient est associé à des formes et l'on distingue :

- les levées alluviales qui couronnent les berges et résultent du piégeage de la partie la plus grossière (sables et limons) du matériel en suspension dans l'eau. Les levées alluviales ont une extension limitée dans les plaines étudiées.
- les épandages de débordement suivent les levées et sont constitués de matériaux plus fins qui ont pu franchir les levées. Ils ont une très grande extension dans les plaines étudiées.

- les cuvettes d'inondation qui correspondent à des points bas se vidangeant à la décrue, le matériau déposé y est plus fin (argile et limon fin) que celui des épandages de débordement. Cette forme alluviale est peu représentée dans les plaines étudiées car il n'est pas facile de préciser le régime d'inondation des points bas : débordement à partir des chenaux ou remontée de nappe ?
- les cuvettes de décantation sont par contre nombreuses, l'eau y reste longtemps après la décrue et souvent toute l'année, ce qui permet à une végétation de cyperacées flottantes de s'installer.

A ces formes qui constituent une séquence transversale habituelle s'ajoutent :

- les deltas de rupture de levée : formés de matériau grossier (sable) et correspondant à des courants violents concentrés dans des chenaux (encore visibles sur de nombreux deltas anciens). Ces formes sont peu étendues mais se développent encore aujourd'hui même dans les parties "régularisées" des cours d'eau (zone aval de l'ILAKANA à tracé rectiligne). La mise en place d'un delta sableux est une catastrophe pour les riziculteurs dont il recouvre les champs.
- les bancs alluviaux de rive convexe des méandres visibles sur les photos aériennes du 1/10 000 de l'ILAKANA et correspondant à un lit aujourd'hui abandonné. Le processus qui a abouti au changement de cours de cette rivière s'explique par la dynamique d'évolution des méandres que nous allons rappeler ici : dans une sinuosité il existe un point d'impact du courant contre la berge concave, la position de ce point varie en fonction de la vitesse du courant, la berge concave évolue par sapement tandis que la rive convexe voit se former des dépôts acrescents : bancs de rive convexe ("point bars" des anglo saxons). Cette dynamique atteint son maximum d'efficacité juste avant le débordement, lorsque celui-ci se produit l'axe d'écoulement recoupe les méandres et passe généralement à travers les dépôts de rive convexe pour rejoindre le méandre suivant, dans le cas de l'ILIKANA, l'axe d'écoulement a buté sur une colline et bifurque vers une cuvette d'inondation (v. schéma).

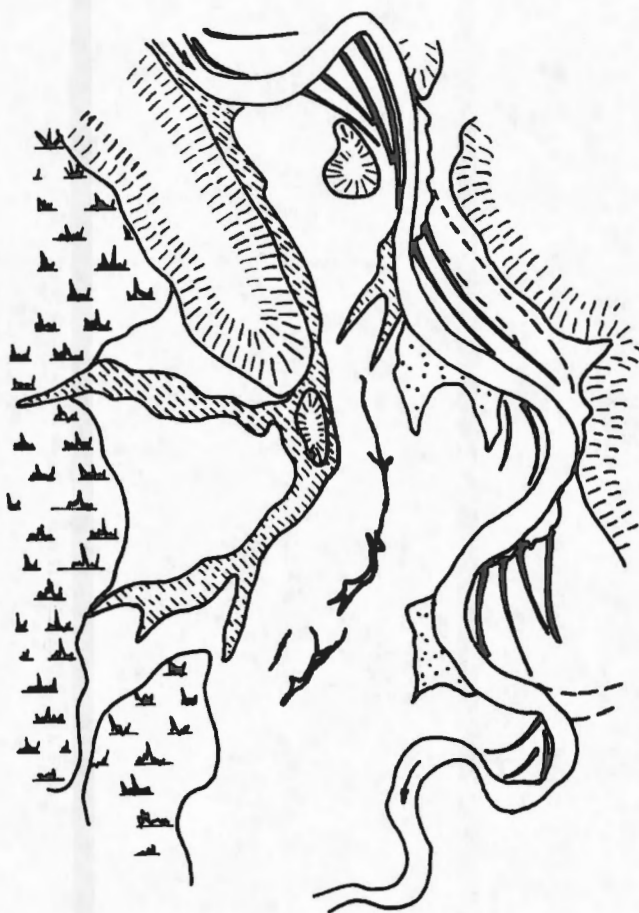
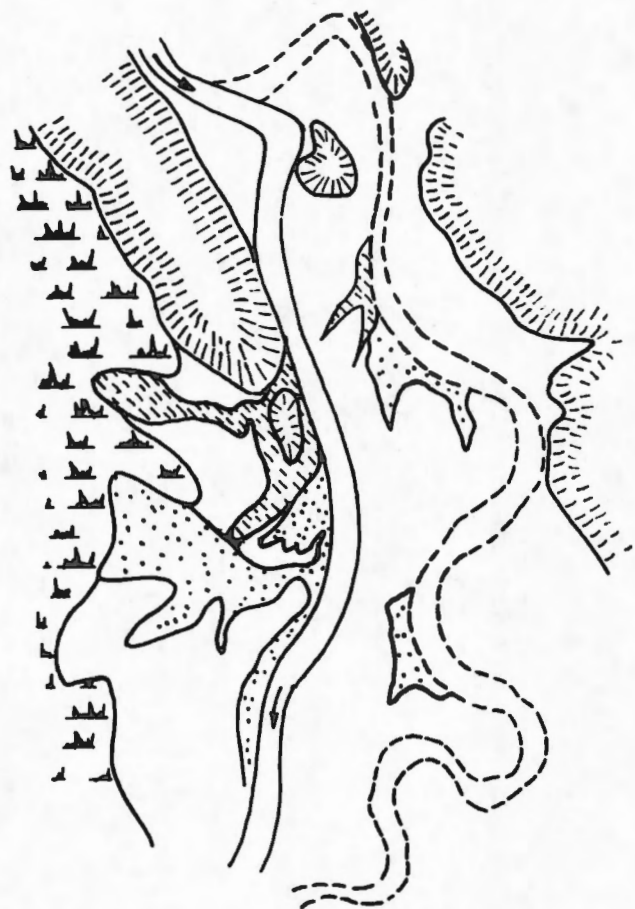


Photo aérienne de 1965



Sept. 1983

Fig. 3 : Evolution du tracé de l'ILAKANA (1/20 000e)

- Légende :
-  tanety
 -  banc de rive convexe
 -  levée d'irrigation
 -  épandage sableux
 -  marécage

La comparaison avec le cas de la SASOMANGANA (fig. 1) illustre bien les différences d'évolution des deux rivières.

Influence de l'irrigation

L'irrigation perturbe complètement la dynamique alluviale et gêne les mécanismes du tri transversal. C'est un phénomène bien connu ailleurs (Mésopotamie par exemple) où la morphologie actuelle est presque purement d'origine anthropique puisque due à l'irrigation. Les pédologues et géomorphologues travaillant dans ces régions ont été obligés d'adapter leur vocabulaire, ils parlent de "levée d'irrigation", ce type de forme correspond à des dépôts dus au fonctionnement des canaux d'irrigation quand l'eau présente un débit solide important : l'installation d'un canal sur un point haut du paysage (levée naturelle, le plus souvent) et le curage de ce canal tous les ans ou presque entraînent très rapidement un exhaussement local important pouvant même provoquer (en Mésopotamie du moins) le tarissement du canal qui devient plus haut que sa prise d'eau en amont, un autre canal en contrebas et parallèle au premier est alors creusé et la même dynamique se poursuit.

Toutes les formes de la plaine alluviale peuvent être modifiées de cette façon pour peu qu'elles dominent (topographiquement) une partie du paysage, c'est notamment le cas des levées alluviales et des anciens tracés des rivières. La forme alluviale préexistante (levée par exemple) disparaît alors sous les dépôts d'irrigation (limons) et il faut chercher en profondeur, souvent à plus de 1 m, les sables caractéristiques d'une phase alluviale, les chenaux sont colmatés de la même façon...

Le reste du paysage, principalement les épandages de débordement, sont cloisonnés en casiers d'irrigations où un dépôt annuel de "limons" s'effectue, il n'y a donc plus à proprement parler d'épandage de débordement mais la granulométrie des matériaux reste la même.

1. 2. Les unités cartographiques dans la zone des "baibohos"

Dans ces plaines alluviales de "baibohos" nous avons donc distingué des unités qui ne correspondent pas, le plus souvent, à des formes alluviales pures, ce sont :

Les cônes alluviaux de piémont (unité 14) qui sont les cônes de déjection associés aux lavakas; le matériau souvent grossier, sable et quelques graviers, fragments rocheux pourris arrachés aux lavakas, s'accumule en position de piémont. Le transport est bref et la distance entre les lavakas et les cônes associés est au maximum de l'ordre du km, seul peut jouer le phénomène de tri longitudinal et notre unité 13 correspond surtout à l'amont des cônes c'est à dire la zone des dépôts grossiers ; l'aval à dépôts plus fins, a été englobé dans les autres unités (unités 16 ou 17) dont il se différencie mal. Cette unité (14) peu étendue n'est pas (ou très peu) utilisée : elle présente une forte perméabilité préjudiciable à la riziculture inondée et en saison sèche les sols sont très secs sur plusieurs décimètres.

Les épandages sableux (unité 15)

Ces épandages correspondent pour l'essentiel à des deltas de rupture de levées actuels ou anciens, mais dont la morphologie (trace des chenaux) est nette et les caractères peu altérés par les irrigations car ces zones sont peu cultivées. Nous y avons associé la zone des chenaux anastomosés de la SASOMANGANA dont les caractéristiques (texture sableuse) sont semblables et pour laquelle nous n'avons pas voulu créer d'unité spéciale.

Matériau :

Le matériau est sableux dès la surface, et le plus souvent, sur plus de 1 m ; il s'agit de sable essentiellement quartzeux, l'abondance des micas y est variable.

Sols :

Les sols sont en général peu différenciés mais l'on peut noter dans les zones correspondant à des dépôts anciens (c'est à dire non fonctionnels) d'importantes ségrégations de manganèse sous forme de larges taches noires (profil 8).

Régime hydrique :

dans ces zones, qui sont toujours assez hautes par rapport à la plaine environnante, la nappe phréatique est généralement profonde, d'autant plus profonde d'ailleurs que la forme est ancienne et correspond à un réseau

hydrographique abandonné. La texture du matériau favorise la libre circulation de l'eau "gravitaire" mais limite beaucoup les phénomènes d'ascension capillaire.

Contraintes - utilisation - potentialités

- La formation, toujours brutale, d'un delta de rupture de levée est un évènement destructeur vis à vis de l'agriculture : la rizière recouverte de sable (sur 1 m et plus) doit être abandonnée. C'est un évènement dont la fréquence et l'impact ne sont pas négligeables dans les conditions actuelles de la mise en valeur.
- La mise en culture des deltas anciens (donc non fonctionnels), se heurte aux problèmes que pose la texture grossière du matériau : il est très difficile d'y faire de la riziculture traditionnelle. Ces zones sont également, en raison de leur régime hydrique, très défavorables aux cultures de contre-saison : sols secs sur plusieurs décimètres en saison sèche.

Les levées (unité 16)

Nous avons expliqué ci-dessus les modifications qu'apporte l'irrigation à la morphologie fluviale naturelle ; par "levées" il faut donc entendre :

- les levées naturelles (peu représentées)
- les anciens cours et chenaux des rivières transformés en levées d'irrigation,
- les levées d'irrigation où l'on ne reconnaît pas de forme alluviale préexistante.

Matériau

Le matériau des levées est assez variable et c'est là sa principale caractéristique. Les textures sablo-limoneuses et limono-sableuses sont les plus fréquentes mais l'on peut observer des strates de sable quartzeux grossier ainsi que des strates argileuses. L'utilisateur qui voudrait une illustration de ces variations verticales et latérales de matériau pourrait aller les observer le long du canal qui relie la MANANAMONTANA au réseau du PC 15, ce canal recoupe en effet plusieurs levées et est de création récente.

Le matériau, très variable dans sa texture, est communément appelé baiboho, c'est à dire qu'il est généralement rose (7,5 YR 5/6) "limoneux" et micacé.

Sols :

Les sols sont des sols peu évolués d'apport alluvial, ils présentent des caractères d'hydromorphie qui s'expriment surtout dans les strates les plus argileuses : taches soulignant la porosité.

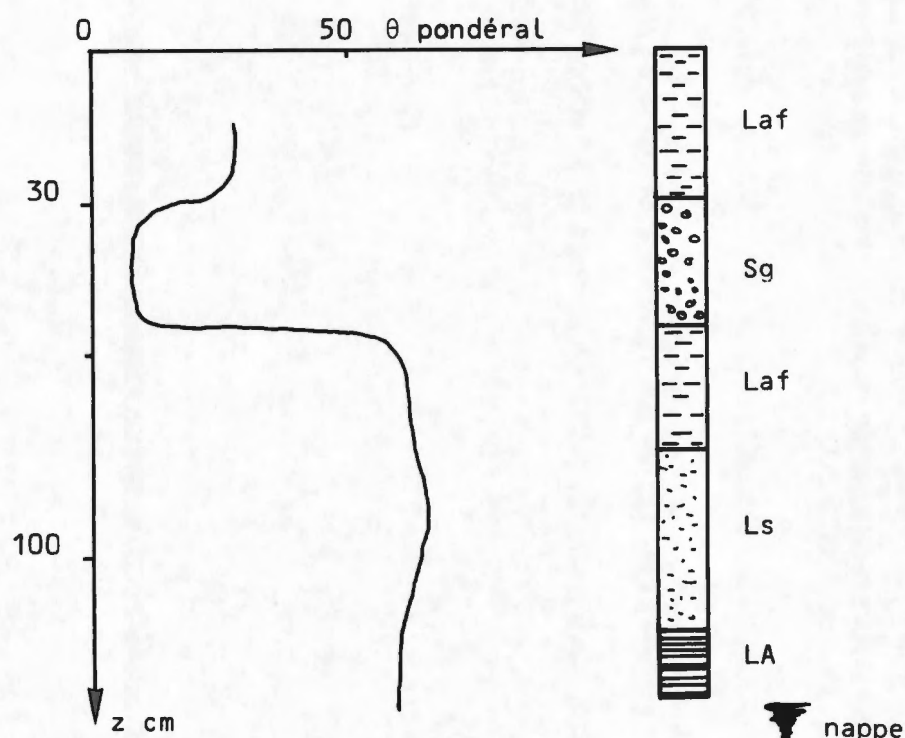
Régime hydrique :

Le régime hydrique général est un battement de nappe phréatique qui affecte la base des profils, en l'absence de mesures il est bien difficile de préciser le niveau maximum atteint par la nappe ; nos observations réalisées pendant la saison sèche, nous renseignent mieux sur les niveaux minima souvent plus profonds que 2 m (altitude relative par rapport au sol).

Ce régime de battement de nappe peut être ici entravé par les discontinuités texturales : une couche grossière située sous une couche à texture plus fine ne facilitant pas (contrairement aux idées reçues) l'écoulement vers le bas.

Les phénomènes capillaires jouent ici un rôle non négligeable la porosité du matériau limoneux étant favorable à des remontées capillaires (h de la loi de JURIN) importantes. Mais la nappe est toujours assez basse et le milieu très hétérogène (stratifications), il se trouve donc presque toujours une ou plusieurs couches grossières sur le trajet de la remontée et celle-ci se trouve bloquée. Cette situation (nappe profonde et existence de stratifications) conduit à des profils secs dans leur partie supérieure au cours de la saison sèche.

Fig. 4 : Profil P7 : profil hydrique en saison sèche



Contraintes utilisation, potentialités

Les principales levées ne s'inondent pas au cours de la campagne rizicole, elles constituent alors des îles et sont utilisées pour les installations pérennes : habitations, pistes et vergers. C'est là une tradition qu'il convient de conserver, car elle correspond à une utilisation rationnelle de l'espace agricole. Les levées plus étroites et (ou) plus basses sont aménagées en casiers et sont inondées ; les casiers y sont de très petites dimensions - un à quelques mètres de largeur - en raison de la topographie. Le maintien de la lame d'eau doit poser quelques problèmes dus à la profondeur de la nappe et à la texture assez légère des sols.

D'une façon générale les levées ne se prêtent pas aux grands aménagements : il s'agit de petites unités à topographie marquée. Les levées ne sont pas favorables aux cultures de contre-saison en raison du régime hydrique.

Épandages limoneux (unités 17, 18 et 19)

Ces unités constituent l'essentiel des "baibohos" et sont actuellement aménagées en rizières, elles correspondent aux formes alluviales suivantes : épandages de débordement et cuvettes d'inondation.

La pratique de l'irrigation, si elle a pu modifier le rythme des dépôts, n'en a pas sensiblement modifié la nature : limoneuse.

Pour la cartographie nous avons distingué 3 unités dans le grand ensemble que constituent les épandages limoneux, ces distinctions sont basées pour l'une sur l'épaisseur du matériau "limoneux" et pour l'autre sur le régime hydrique.

	Epaisseur limon > 1 m	Epaisseur limon < 1 m
battement nappe de forte amplitude	unité 17 épandages limoneux-modaux	unité 19 épandages limoneux minces
nappe toujours haute, battement faible amplitude	unité 18 épandages limoneux hydromorphes	n'existe pas

Matériau :

Le matériau de ces épandages est généralement "limoneux" d'où leur dénomination, mais des nuances assez importantes peuvent exister puisque dans un même profil (par ex. P5 ou P6) on observe des textures différentes limon sableux et argile. Le qualificatif limoneux peut prêter à confusion : dans aucun des échantillons analysés la fraction granulométrique "limons" n'est prédominante, la texture limoneuse correspond à un équilibre entre les 3 fractions sable, limon, argile et cet équilibre donne un toucher dit "limoneux". Cette impression tactile peut être influencée par la forme et la nature des particules, les micas qui abondent dans ces épandages contribuent à créer un toucher limoneux. La couleur des matériaux est généralement rose ou brun rose, d'autant moins rougeâtre que le matériau est plus grossier.

Ici encore la présence de stratification est une règle générale, mais les contrastes texturaux sont moins accentués que pour les levées et surtout les couches grossières (sable quartzeux) y sont très rares.

Un caractère particulier de ce matériau est sa faible consolidation (voir chap. 4 pour un exposé complet de ce problème). En effet, les densités apparentes relevées sont faibles, fréquemment inférieures à 1. En profondeur (2 m et plus) et à l'amont, le matériau situé dans la zone constamment saturée par la nappe est fluant, sans consistance .

Sols :

Les sols sont des sols peu évolués d'apport alluvial et généralement hydromorphes.

Régime hydrique :

Le régime hydrique est un battement de nappe, il est probable qu'en saison des pluies la nappe alimentée par les irrigations sature tout le profil ; quand les apports d'eau cessent (drainage des rizières) elle descend alors. Dans certains cas qui correspondent à des points bas du paysage cette descente est faible et l'on trouve la nappe à 50 cm en fin de saison sèche ; la réoxydation du sol est alors difficile et des traces de réduction subsistent ; ce fonctionnement correspond à l'unité 18. Pour les autres épandages la descente de la nappe est plus importante, elle varie alors selon les lieux

La descente de la nappe doit être accompagnée par une redistribution de l'eau capillaire située au dessus. Ces phénomènes de redistribution peuvent concerner des stocks d'eau importants, si une culture est présente elle pourra utiliser cette eau (tout comme une culture de décrue) sans qu'il soit dans un premier temps nécessaire de faire intervenir des remontées capillaires.

Pour un matériau de texture moyenne le stock d'eau concerné par la descente de la nappe de 30 cm à 150 cm est donné par le schéma suivant (voir aussi chap. 3).

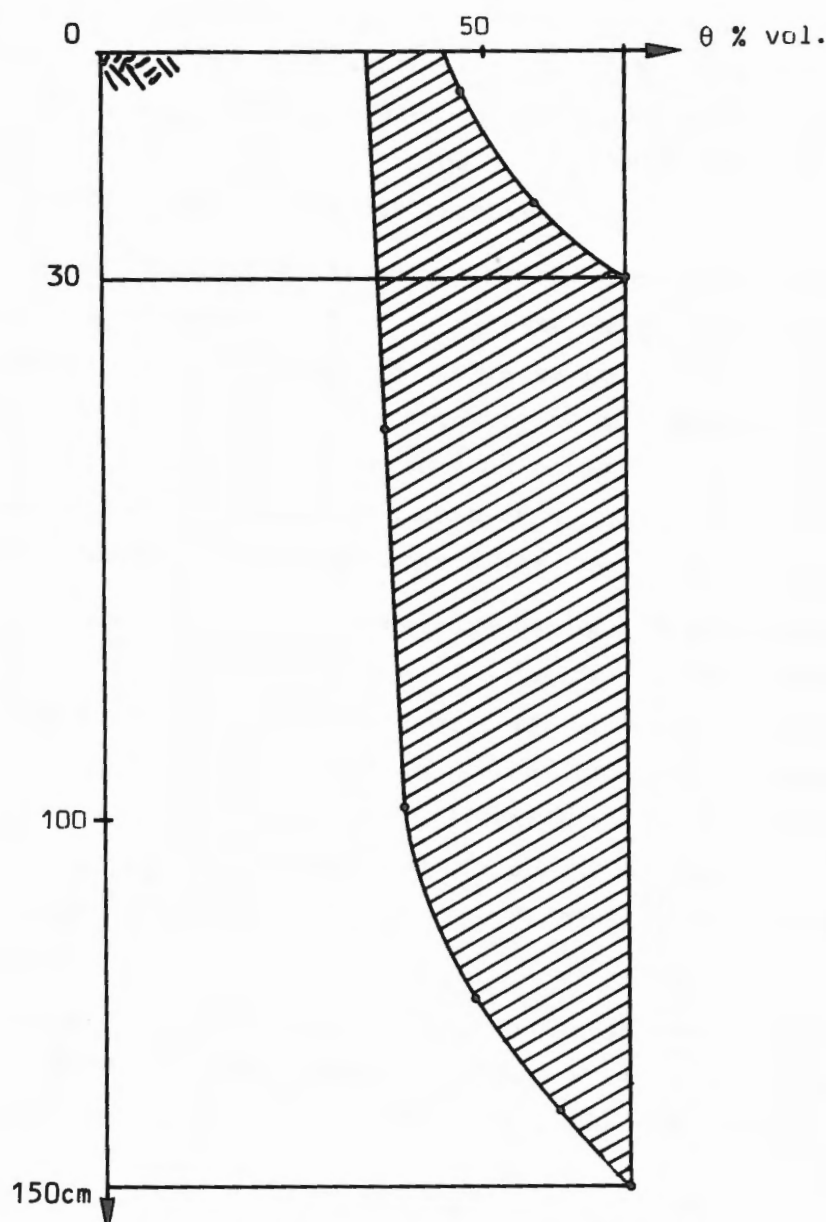


Fig. 5 : étude de l'effet de l'abaissement de la nappe dans un sol de "baibohos".

réductrices dans la zone immédiatement au-dessus et ensuite d'empêcher toute remontée capillaire (au sens vrai). Nous avons essayé de cartographier l'isoprofondeur 1 m pour séparer l'unité 19 des autres; il faut être conscient que cette limite est assez approximative.

Enfin si la nappe descend peu, les conditions asphyxiantes risquent de persister et de nuire aux cultures (unité 18).

2 - PLAINE ALLUVIALE FLUVIATILE DE LA RIVE EST (unités 12 et 13)

Caractéristiques générales

Ces alluvions sont, semble-t-il, essentiellement présentes sur la rive Est du lac ALAOTRA où elles constituent de petites plaines. Nous les avons rencontrées au Nord du cône de Baibohos de la MANANAMONTANA et dans la plaine de la LOVOKA.

Leur origine fluviatile est presque certaine et le lac ne semble pas avoir recouvert les surfaces qu'elles constituent : pas d'horizon organique au niveau du contact "Baiboho - plaine alluviale fluviatile" comme c'est le cas au niveau du contact "Baibohos - alluvions fluvio-lacustres" (voir ci-après). Ces alluvions sont très argileuses (texture limono-argileuse) et l'on n'y distingue pas de micas à l'oeil nu ; leur mise en place procède d'une dynamique autre que celle de mise en place des Baibohos et il n'y a pas de Lavaka là où n'existent que ces alluvions (plaine de la LOVOKA par ex.).

Matériau :

Le matériau est fin et l'on n'y trouve que très peu de sable grossier; il s'agit d'un limon argileux de couleur brune. Il est en général massif, du moins dans les zones rizicultivées, et compact; sa densité apparente est de l'ordre de 1,35. L'épaisseur totale peut être importante, les sondages profonds ont révélé :

- au Nord de la plaine de la MANANAMONTANA au niveau du sondage 17 le matériau alluvial fin n'a que 150 cm d'épaisseur et il repose sur un sable grossier,
- dans la plaine de la LOVOKA il est généralement beaucoup plus épais (350 cm au sondage 44) et repose là encore sur du sable (de 350 à 520 cm).

Sols :

Les sols des plaines alluviales de la rive Est sont relativement évolués par rapport à ceux de la zone des Baibohos et l'on y distingue les caractères suivants :

- horizon d'accumulation manganésifère : c'est une caractéristique assez constante qui prend des modalités différentes selon les lieux : soit horizon noir d'accumulation diffuse (la teinte noire nous avait dans un premier temps fait prendre ces horizons pour d'anciens horizons organiques enterrés, c'est dire l'importance de l'accumulation) soit horizon riche en concrétions et taches noires.
- structuration des profils dans les zones qui ne sont pas cultivées en riz donc à l'abri de l'inondation et de la mise en boue. Cette structuration est très nette (p 19) . Ces zones semblent être laissées en friche pour des problèmes d'altitude, en effet il s'agit de sorte de levées alluviales le long de la Lovoka un peu plus élevées que la plaine environnante dont nous les avons distinguées (zone haute : unité 13, plaine basse : unité 12).

Régime hydrique :

La circulation de l'eau, gravitaire et capillaire, est fortement entravée par la texture fine du matériau, si théoriquement l'ascension capillaire est importante (en hauteur) dans les matériaux fins, pratiquement elle est nulle (en débit). La résultante est un dessèchement du profil pendant la saison sèche, la nappe phréatique que l'on retrouve dans les couches sableuses inférieures, souvent à plusieurs mètres de la surface a un comportement de nappe en charge (remontée de l'eau dans les sondages).

Contraintes, utilisations, potentialités :

Actuellement ces terres sont aménagées en casiers et cultivées en riz pour la plupart, d'importants travaux d'amélioration ont été entrepris dans la plaine de la LOVOKA : digues de protection et creusement de canaux, ainsi que dans la plaine de la MANANAMONTANA au Nord : création d'un périmètre moderne.

Dans la plaine de la LOVOKA et pour la riziculture de saison humide, il est possible d'essayer de récupérer les parties les plus hautes encore non aménagées (la majorité de l'unité 13).

Les cultures de contre-saison ne seront possibles que là où existent des disponibilités en eau d'irrigation. Il est en effet impossible d'envisager ici une culture utilisant la réserve en eau des sols et les remontées capillaires (qui n'existent pas).

III - LA PLAINE ALLUVIALE FLUVIO-LACUSTRE

Caractéristiques générales :

La plaine alluviale fluvio-lacustre est l'un des ensembles les plus importants de la cuvette du lac ALAOTRA. Elle est aussi celui sur lequel ont le plus porté les efforts d'aménagement et les recherches agronomiques. Par rapport à notre étude détaillée orientée vers les cultures de contre-saison elle n'a qu'une importance marginale et n'a été concernée qu'en tant qu'unité limitrophe.

Origine fluvio lacustre ? Discussion :

Les parties de la plaine que nous avons étudiées montrent, à notre avis, une origine fluvio-lacustre :

- transport et dépôt par des courants comme en attestent les stratifications nombreuses,
- évolution ultérieure sous une lame d'eau en présence d'une végétation flottante qui a provoqué la formation d'horizons très organiques.

L'hypothèse de "fluage régressif" des collines, formulée dans l'étude de reconnaissance pour expliquer l'origine d'une grande partie de ces plaines, ne nous satisfait pas, étant peu conforme à nos propres observations. Pour nous justifier nous feront les remarques suivantes :

- les matériaux ont des caractéristiques d'alluvions ainsi que cela a toujours été dit jusqu'à maintenant (cartes de P. ROCHE, J. RIQUIER, P. SEGALIN, R. DIDIER de St AMAND, J. PICHOT...).

Au nombre de ces caractéristiques on peut noter des stratifications dont certaines sont typiquement entrecroisées (carrière de La Colas) des résidus de bancs sableux, des zones à déficit sédimentaire occupées par des tourbières (mais il s'agit là d'une interprétation),

- l'hypothèse de fluage régressif a surtout été avancée pour expliquer certains caractères des niveaux plus anciens, à notre avis, si des mécanismes d'évolution "par fluage" de la base des collines jouent actuellement ce n'est que sur quelques mètres et au niveau de notre unité cartographique 3 (bas de versants).

Matériau :

Le matériau de la plaine fluvio-lacustre est essentiellement constitué d'argile et de sable quartzeux ce qui donne des textures variant de l'argile (ou du limon argileux) au sable grossier avec une majorité de textures argilo-sableuses.

On note très fréquemment une variation texturale verticale qui semble témoigner d'un changement progressif des conditions de dépôt : on passe alors très progressivement d'une argile en surface à une argile faiblement sableuse, puis sableuse, puis à un sable argileux et enfin à un sable grossier (pouvant prendre un faciès "gros sel") ; il n'est pas rare de trouver plusieurs de ces séquences superposées, le passage de l'une à l'autre est alors brutal : transition nette entre le sable grossier de la séquence supérieure et l'argile du sommet de la séquence inférieure.

La texture du premier mètre est assez variable, dans la majorité des cas elle est argileuse et l'on observe les variations verticales décrites précédemment (unité 6).

Sur le même niveau et sous l'effet d'une variation latérale de texture on peut trouver en surface des textures sableuses (unité 8).

Dans la zone amont du PC15 nous avons observé de petits bourrelets sableux (unité 9) : changement de niveau et de texture, dans une plaine généralement argileuse. On peut faire plusieurs hypothèses pour expliquer la formation de ces bourrelets :

- soit ce sont les traces d'anciennes levées sableuses déjà en relief lors de leur dépôt, soulignant les chenaux d'écoulement,
- soit dans un dépôt présentant des variations texturales latérales mais un même niveau plan, l'évolution ultérieure a provoqué des phénomènes de tassement différentiel : tassement important des zones argileuses et tassement presque nul des dépôts les plus grossiers, mettant les zones sableuses en relief.

Quoiqu'il en soit, l'unité 9 est très contrastée et facile à cartographier car bien visible sur les photos au 1/10 000 (Mission IGN 1965).

Enfin il peut y avoir plusieurs niveaux dans la plaine fluvio-lacustre sans qu'il n'y ait de différence entre les matériaux des différents niveaux : c'est le cas de la zone aval de la vallée de la LOVOKA où un ensemble plus haut que la plaine environnante se distingue aisément (unité 7), cette différence d'altitude liée à la proximité de l'exutoire et à l'évolution récente de celui-ci a une influence sur le régime d'inondation mais ne se traduit pas par une différence de matériau.

Régime hydrique :

Ces plaines fluvio-lacustres ont un régime hydrique complexe et dépendant aujourd'hui très étroitement des aménagements réalisés.

A l'origine, c'est à dire bien avant tout aménagement, ces zones ont été d'immenses marécages portant une végétation flottante, ces marécages s'étendaient d'ailleurs très largement dans la zone actuelle des baibohos qui ne s'étaient pas encore déposés. On retrouve sous la majorité de baibohos la trace d'un horizon organique important avant de passer aux horizons argilo-sableux de la plaine fluvio-lacustre, nous donnons en bas de page*la liste des sondages où nous avons observé la séquence baibohos sur alluvions

* Liste non exhaustive des sondages de types baibohos/alluvions fluvio-lacustre, le chiffre entre parenthèse indique la profondeur du contact en cm

1 - Vallée de l'ILAKANA

13 (370), 14 (300), 23 (250), 24 (230), 45 (115), 46 (150), 57 (150), 60 (70), 62 (280), 63 (290), 65 (260), 68 (45), 70 (110), 88 (320), 90 (280), 93 (250), 94 (370), 99 (270), 100 (250), 104 (110), 107 (230), 109 (150), 112 (220), 173 (140)

2 - Vallée de la SASOMANGANA

23 (65), 24 (75), 25 (50), 33 (95), 34 (60), 37 (95), 38 (90), 40 (240), 46 (200), 55 (180), 58 (250), 60 (170), 61 (240), 64 (310), 74 (270), 81 (220), 84 (220), 167 (60), 168 (100).

fluvio-lacustre avec indication de la profondeur de l'horizon organique de transition entre parenthèses.

Le régime hydrique originel a donc été celui de l'inondation quasi permanente il est difficile aujourd'hui de savoir si lors des premiers aménagements paysans, certaines zones étaient déjà asséchées ; ce qui est sûr c'est l'extension ultérieure, sans cesse poursuivie, des terres drainées conquises sur les marécages.

Le régime hydrique après aménagement est une submersion contrôlée qui permet la riziculture dans de bonnes conditions (là où l'eau est disponible). Le régime de nappe est difficile à préciser, la nappe circule dans les couches sableuses des profils où elle est d'ailleurs en charge (remontée de l'eau dans les sondages), les couches argileuses ont un comportement de couches imperméables.

Sols :

Ces zones ayant été, à une date plus ou moins reculée, des marécages, les sols sont à l'origine des sols hydromorphes organiques. Leur évolution actuelle consiste en une diminution progressive de la matière organique.

La mise en valeur, après drainage, comporte un brûlage de l'horizon supérieur. La végétation (zozoros) est coupée, mise à sécher et en cours de saison sèche elle est brûlée après avoir été plus ou moins enfouie (l'horizon cendreuse est fréquemment à 20 cm de profondeur sous un horizon minéral : par exemple profil 9).

Nous avons distingué les zones récemment aménagées (unité 10) à sols encore très organiques (profil 9) du reste de la plaine fluvio-lacustre.

Contraintes, utilisation, potentialités :

Les alluvions fluvio-lacustres sont le plus souvent de texture fine et forment de grandes surfaces planes, elles conviennent donc très bien à la riziculture qui y est d'ailleurs pratiquée. Les auteurs ayant travaillé dans la région ont généralement beaucoup insisté sur les problèmes de conservation et d'évolution de la matière organique des sols, nous renvoyons le lecteur à leurs études la nôtre n'ayant pas pu (vu le faible nombre d'analyses effectuées et leur localisation essentiellement sur les "baibohos")

apporter de nouveaux enseignements dans ce domaine, signalons toutefois que les méthodes d'étude et de fractionnement de la matière organique ont fait d'importants progrès ces dernières années et qu'il serait souhaitable de réactualiser et d'approfondir les connaissances antérieures.

Les alluvions fluvio-lacustres ne sont pas utilisées en culture de contre-saison, en effet ce sont des zones sèches pendant tout la saison fraîche sauf si l'irrigation est possible (cas de la LOVOKA).

Les tourbières des zones à comblement déficitaire (unité 11)

Cette unité fait partie intégrante de la zone des alluvions fluvio-lacustres et nous l'interprétons comme étant le déficit local d'alluvionnement par suite généralement d'une localisation à l'abri des principaux courants.

Elle se distingue des marécages par :

- l'absence d'un plan d'eau libre,
- l'absence de végétation de zozoros (cyperus),
- la présence éventuelle de cultures.

Là où elle est le plus typique (camp penal par exemple) la tourbière est très profonde, des sondages à 5 m n'ont pas atteint le substratum minéral. On trouve sur plusieurs mètres un lavis de débris organiques dont la couleur varie du rouge au noir avec des passages fluides où la tarière ne remonte rien. Ces horizons organiques flottent et sous l'effet d'une forte pression exercée sur le sol on peut voir l'eau en surface.

La tourbière comporte généralement une zone plus ferme et plus évoluée (vers l'amont des rivières) et une zone encore très humide et certainement plus profonde vers l'aval.

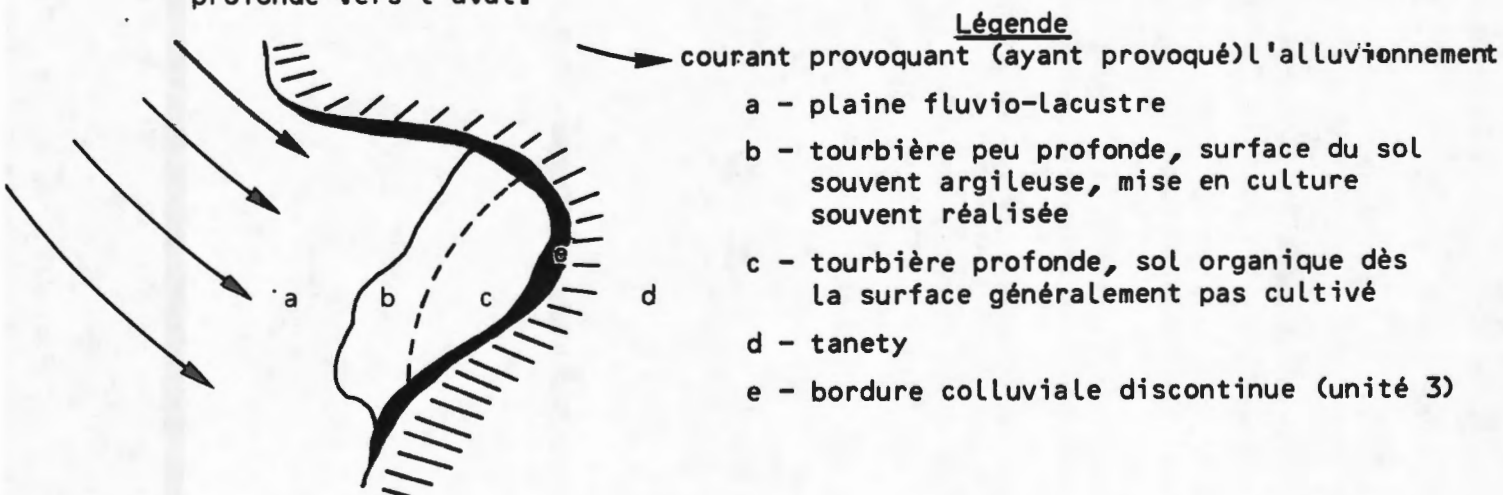


fig. 6 : Schéma explicatif de la configuration générale d'une tourbière.

La zone "b" (que nous n'avons pas pu cartographier mais qui correspond grossièrement aux endroits déjà cultivés) convient très bien aux cultures de contre-saison : oignons, haricots et blé.

IV - LE GLACIS-TERRASSE JAUNE

Caractéristiques générales :

Cette unité est typique de la région proche de l'exutoire du lac. A notre sens elle s'explique par l'abaissement du seuil rocheux sur le MANINGORY, abaissement qui doit connaître des phases rapides et d'autres plus lentes, l'une des phases lentes ayant permis au glacis terrasse jaune de se former. Plus loin de l'exutoire, la distance amortit les variations et nous n'avons pu observer que de rares témoins de ce glacis terrasse jaune.

Matériau :

Le matériau du glacis terrasse (unité 4) est généralement argilo-sableux et l'on n'y voit plus de minéraux altérables. Sur quelques décimètres d'épaisseur en surface, on observe des horizons plus sableux de couleur très claire (gris à gris jaunâtre ; dessous, une argile sableuse jaune souvent tachetée de rouille ; enfin très fréquemment vers 150 à 200 cm une ligne de cailloux arrondis et de blocs. Sous cette ligne d'éléments grossiers le matériau change totalement et l'on trouve selon les lieux des alluvions (identifiables grâce à des litations texturales) ou des horizons d'altération (nombreux minéraux en voie d'altération).

Les mécanismes permettant d'expliquer une telle disposition des matériaux sont à notre avis encore inconnus ou mal compris. Au sein de l'unité subsiste des zones déprimées occupées par des tourbières peu profondes et au tracé sinueux (unité 5) (dont l'origine est donc différente de l'unité 11).

Sols :

Les sols "jaunes", appauvris en surface peuvent être considérés comme des sols "ferrugineux tropicaux". Ils sont fréquemment hydromorphes (gley oxydé). Les sols des dépressions sont des sols hydromorphes organiques. Les sols "jaunes" (profil n° 14) n'ont pas été analysés.

Les colluvions, ailleurs, recouvrent le bas de versant "en place" qui présente parfois des horizons "appauvris".

Régime hydrique :

Les bas de versants sont des zones de suintement quasi-permanent exploitées par les agriculteurs qui y creusent des fossés drainants. Ces suintements provoquent un blanchiment et un appauvrissement du matériau ferrallitique "en place".

Sols :

Les sols du bas de versant montrent un profil complexe dont la partie supérieure souvent colluvionnée peut être considérée comme peu évoluée et la partie inférieure ferrallitisée puis "appauvrie" peut être considérée comme très évoluée. Ces considérations n'ont que peu d'intérêt pratique.

Contraintes, utilisation, potentialité :

Le principal intérêt des bas de versants réside dans leur régime hydrique qui permet la culture en toutes saisons. Les cultures pratiquées sont des cultures en petites parcelles souvent arrosées à l'arrosoir avec de l'eau puisée dans un trou à proximité ; il s'agit de cultures légumières sur planches. Tous les bas de versants colluvionnés à proximité des villages sont ainsi exploités de façon très intensive et il y a peu d'améliorations à apporter dans ces zones.

VI - LES MARECAGES (Unité 20)

Les marécages ont pour caractéristiques communes d'être inondés toute l'année et de présenter au moins sur une partie de leur étendue une surface d'eau libre, le reste étant occupé par la végétation flottante.

La dynamique de mise en place des baibohos crée des marécages derrière des barrages naturels, et les comble ensuite par sédimentation (lente ou brutale).

Les parties non drainées (parce qu'occupant de véritables "culs de sac") des alluvions fluvio-lacustres sont aussi occupées par des marécages.

Ces marécages servent à la pêche et à la fourniture de matériaux de construction (tiges de zozoros).

3^e PARTIE

**L'ALIMENTATION EN EAU
DES CULTURES DE CONTRE-SAISON**

3EME PARTIE

L'ALIMENTATION EN EAU DES CULTURES DE CONTRE SAISON

INTRODUCTION

A propos de l'alimentation en eau des cultures de contre saison ("sur Baiboho") il est fréquemment fait allusion aux "remontées capillaires". A notre connaissance, ce processus n'a jamais été étudié de façon satisfaisante dans la région du Lac Alaotra.

Au cours de la prospection pédologique pour l'établissement des cartes au 1/20 000e nous avons fait quelques mesures pour essayer d'aborder l'étude des "remontées capillaires". Ces quelques mesures sont très insuffisantes et notre but ici est d'indiquer les caractérisations à entreprendre pour accéder à une meilleure connaissance de ces phénomènes qui, de l'avis de tous, sont fondamentaux et ont, à l'échelle de l'économie Malgache, une grande importance.

1 - AVERTISSEMENT

A propos des "remontées capillaires" et de "frange capillaire", de nombreux abus de langage sont commis. Pour qu'il y ait "remontée capillaire" il faut tout d'abord qu'il y ait remontée et quand une nappe descend elle laisse dans le sol une zone humide où les mouvements de l'eau sont lents et où, à l'équilibre, l'humidité s'établit en fonction de la profondeur de la nappe ; les cultures peuvent utiliser cette eau sans qu'il ne soit besoin de faire appel à des "remontées capillaires".

Dans les sols limoneux à faible densité apparente et soumis à un abaissement lent de la nappe, cette eau non saturante soumise à un ressuyage lent peut constituer une grande part de l'alimentation hydrique d'une culture.

Il existe aussi une grande confusion dans l'emploi du terme "frange capillaire" souvent utilisé pour désigner toute l'eau non saturante au-dessus de la nappe. Dans ce qui suit nous en limiterons l'usage à la zone où l'eau est à une pression proche de la pression atmosphérique et remplit pratiquement toute la porosité du sol, c'est une définition courante en physique du sol.

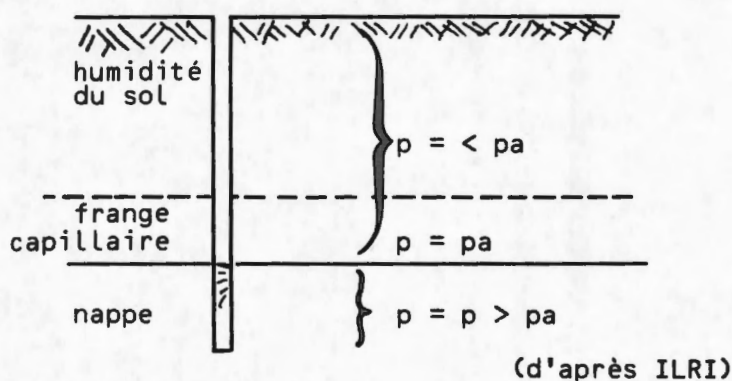


Fig. 7 Les différentes zones au-dessus de la nappe

(d'après ILRI)

2 - MESURES EFFECTUEES

2. 1. Profils hydriques

Ces profils ont été effectués sur les fosses ou par sondage à la tarière, le détail des résultats est donné en annexe. De nombreuses déterminations d'humidité ont été accompagnées de mesures de la densité apparente (méthode du cylindre).

2. 2. Capacité au champ

La capacité au champ a été mesurée sur quelques horizons de surface en saturant le sol, puis en le laissant ressuyer pendant environ 36 heures, la capacité au champ peut alors être considérée comme étant atteinte.

2. 3. Mesures de pF

Des mesures d'humidité à différents pF ont été réalisées sur tous les horizons, en plus de ces déterminations quelques courbes plus complètes (humidité, pF) ont été établies sur des échantillons jugés représentatifs. Les courbes ainsi réalisées permettent de comparer (grossièrement car les échantillons ont été remaniés) les valeurs théoriques de l'humidité au-dessus du plan d'eau à celles observées dans les profils hydriques.

2. 4. Mesures d'infiltrabilité

Des mesures d'infiltrabilité ont été réalisées pour certains types de sol. Paradoxalement, le but de ces mesures n'était pas la détermination des coefficients d'infiltrabilité mais celui de la sorptivité, terme introduit par PHILIP dans sa théorie de l'infiltration (1957) pour tenir compte des phénomènes capillaires (non gravitaires) dans le mécanisme global de l'infiltration. L'équation simplifiée de PHILIP décrivant l'infiltration est :

$$\begin{array}{ccccccc}
 I & = & S \sqrt{t} & + & B t & & \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & \swarrow & \\
 \text{Infiltration} & & \text{sorptivité} & & \text{"terme"} & \text{temps} & \\
 \text{cumulée} & & \text{"terme capillaire"} & & \text{gravitaire} & &
 \end{array}$$

Ces déterminations nous permettent de comparer les matériaux entre eux.

3 - RAPPELS THEORIQUES

Avant d'aborder les résultats des mesures, il convient de rappeler quelques bases sur l'état et la circulation de l'eau dans le sol ; ce paragraphe n'est pas original, tout ce qui y figure a été déjà développé dans de nombreux ouvrages fondamentaux, nous nous sommes référés notamment à :

- "L'eau et le sol" de D. HILLEL,
- "Cours de physique du sol" de S. HENIN,
- "Theory of infiltration" de J. R. PHILIP,
- "Drainage principles and application" ouvrage collectif de l'I.L.R.I.
- "Cours pratique de mécanique des sols" J. COSTET et G. SANGLERAT.

3.1. Notations

Les notations varient d'un auteur à l'autre, nous avons opté pour le système suivant :

L	= longueur
M	= masse
t	= temps
A	= aire
V	= volume
ρ_w	= densité de l'eau
g	= accélération de la pesanteur
σ_w	= tension superficielle de l'eau
η_w	= viscosité de l'eau
ϕ	= potentiel total
ψ	= potentiel matriciel
θ	= humidité (par rapport au poids sec)
H	= charge totale
Hg	= charge gravitaire
Hp	= charge de pression

3. 2. Loi de DARCY simple

Expérimentalement on peut vérifier la loi suivante sur la filtration de l'eau dans une colonne de sol. q étant le débit, A l'aire de section de la colonne

$$q = KA \frac{H}{L} \quad (\text{loi de DARCY})$$

On appelle K conductivité hydraulique.

3. 3. Loi de JURIN

L'ascension de l'eau dans un tube fin (capillaire) est un phénomène bien connu. d étant le diamètre de capillaire. La hauteur h atteinte au terme de cette ascension est donnée par la loi de JURIN.

$$h = \frac{4 \sigma \cos \alpha}{d \rho_w g}$$

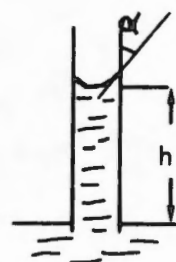


Fig. 9 : Loi de JURIN

Dans le cas de l'eau, on peut calculer les remontées suivantes en fonction du diamètre des capillaires.

d	h
2 mm	15 mm
0.2 mm	150 mm
0.02 mm	1500 mm

Tableau I : hauteur de la remontée capillaire dans un tube

L'ascension capillaire est inversement proportionnelle au diamètre du tube

3. 4. Le concept du potentiel

Le flux d'eau à travers le sol peut être comparé à d'autres flux : électrique dans un circuit, flux de chaleur dans un métal. Les forces responsables de ce flux sont comparables au potentiel électrique ou aux différences de températures ce sont les différences d'attraction (de rétention) de l'eau entre deux points. Ces forces ont 3 origines : gravitationnelle, osmotique et matricielle (voir ci-après). La condition d'équilibre est que la somme vectorielle de ces forces soit nulle.

Le potentiel de l'eau est défini comme étant le travail nécessaire pour amener une quantité unitaire d'eau d'un état de référence où son potentiel est pris égal à zéro à l'état où le potentiel doit être défini.

Les potentiels sont des scalaires et la condition d'équilibre est que leur somme algébrique soit nulle.

La somme des potentiels s'appelle potentiel total, notée ϕ .

Les potentiels peuvent être exprimés en énergie par unité de masse ϕ . Il est souvent pratique de les exprimer en énergie par unité de volume, ils sont alors facilement réductibles en termes de pression, ou de "charge potentielle de pression" exprimées en centimètres d'eau (H).

3. 5. Potentiel capillaire - potentiel matriciel

"Ce potentiel de l'eau résulte des forces de capillarité et d'absorption dues à la matrice solide. Ces forces attirent l'eau et lient l'eau dans le sol au point de diminuer son énergie potentielle au-dessous de celle de l'eau libre" (HILLEL).

Ce potentiel tenant compte à la fois des forces capillaires et des forces d'absorption, l'expression potentiel matriciel est meilleure que celle de potentiel capillaire. Par convention il s'agit d'un potentiel de pression négative (Ψ).

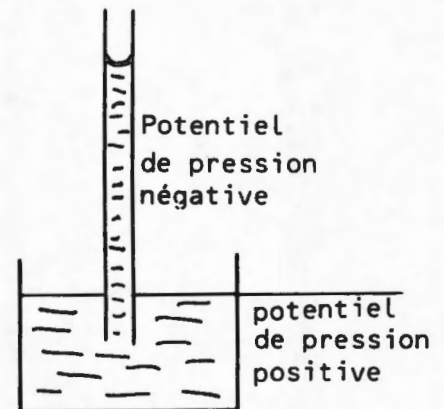


Fig. 10 : potentiel de l'eau

3. 6. Notion de pF

Au lieu d'exprimer le potentiel de pression en termes de charge en cm on utilise souvent le logarithme décimal de cette charge en cm qui a été définie comme étant le pF (par analogie avec le pH) ; ainsi un pF de 2 correspond à une charge de pression de 100 cm.

3. 7. Courbe caractéristique de l'humidité du sol

D'une façon générale une augmentation de la succion Ψ exercée sur un sol s'accompagne d'une diminution de l'humidité (θ). Expérimentalement il est possible d'établir une courbe $\Psi(\theta)$ que l'on appelle caractéristique de l'humidité du sol.

Certains auteurs ont essayé d'ajuster cette courbe à diverses équations, GARDNER a proposé :

$$\Psi = a \theta^{-b} \text{ où } a \text{ et } b \text{ sont des constantes variables selon le sol (texture, structure, compaction...)}.$$

Généralement les courbes obtenues par "désorption" à partir d'un échantillon saturé ou par "sorption" à partir d'un échantillon sec ne sont pas surperposables, on parle alors d'hystérèse.

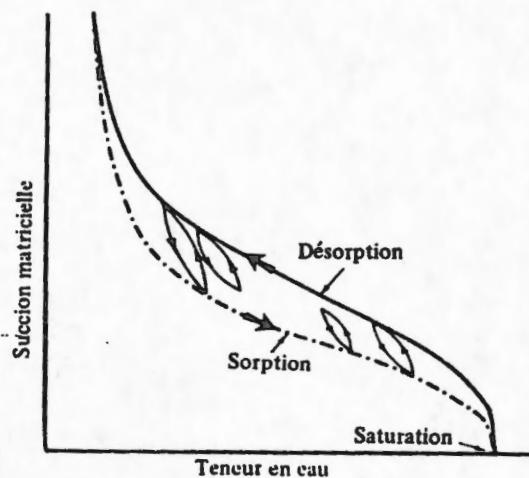


Fig. 11 Courbes caractéristiques d'humidité en sorption et désorption. Les boucles intermédiaires de transitions entre les branches principales s'appellent "courbes de passage".
(d'après D. HILLEL o. cité)

3. 8. Mesures des remontées capillaires par la détermination du produit kh

C'est l'approche classique des laboratoires de travaux publics et la méthode décrite ci-dessous est empruntée à l'ouvrage de J. COSTET et J. SANGLERAT.

"L'échantillon de sol est placé dans un moule cylindrique... on peut opérer sur des échantillons intacts, il faut alors déterminer leur porosité après l'essai. La base du moule est garnie d'une toile perforée recouverte d'une toile métallique fine. On laisse ensuite l'échantillon dans l'étuve pendant 24 heures au moins (2 à 3 jours sont nécessaires pour les matériaux argileux) afin d'éliminer autant que possible l'eau interstitielle. On place alors le moule dans un cristallisateur rempli d'eau distillée, de manière à ce que la base de l'échantillon affleure à la surface de l'eau. On suit alors l'évolution du phénomène en déterminant par pesés le volume d'eau absorbé. On verra que ce volume est proportionnel à la racine carrée du temps...

La théorie de cet appareil suppose que l'eau se propage dans le sol sous l'action de la succion capillaire et que dans son mouvement elle suit la loi de DARCY. A l'instant t , l'eau est au niveau z ...

On définit alors la hauteur totale h que peuvent atteindre les remontées capillaires quand le phénomène est devenu stationnaire.

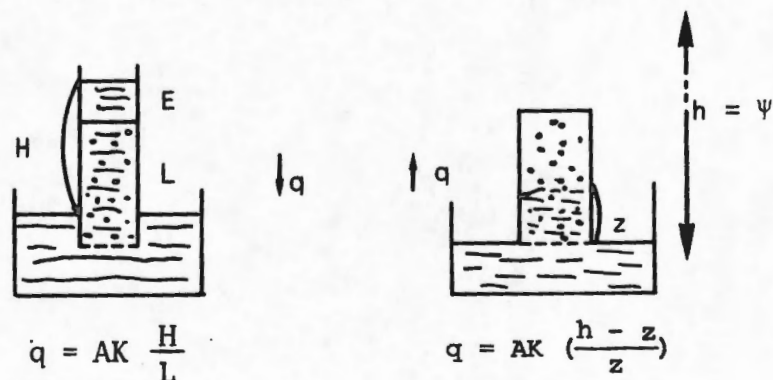


Fig. 12 Analogie avec la loi de DARCY

Par analogie avec le cas de l'écoulement saturé la loi de DARCY s'écrit :

$$q = AK \left(\frac{h - z}{z} \right).$$

où q est le débit (capillaire) à l'instant t et A la section du moule.

La loi de conservation de masse impose que $qdt = \Delta n dz$ à l'instant t , n étant la porosité (on suppose ici que toute la porosité est occupée). On a donc :

$$k \left(\frac{h - z}{z} \right) dt = n dz$$

que l'on peut mettre sous la forme

$$\frac{k}{n} dt = \frac{z}{h - z} dz$$

qui donne par intégration

$$\text{Log} \frac{1}{h - z} - \frac{z}{h} = \frac{k}{nh} t$$

si z est petit devant h on a alors

$$\frac{z^2}{2h^2} = \frac{k}{nh} t \text{ soit } z = \frac{2kh}{n} \cdot t$$

par pesées successives on détermine la courbe V (volume d'eau absorbé) fonction de t qui doit être une droite, et à partir de 2 points de cette droite le produit kh . Les sols sont alors classés en 3 catégories.

- sols à remontée capillaire forte ($kh > 1$)
- sols à remontée capillaire moyenne ($0,1 < kh < 1$)
- sols à remontée capillaire faible ($kh < 0,1$)

Intérêt et limites de cette approche

Les limites de cette approche tiennent :

- aux hypothèses simplificatrices qui sont faites c'est à dire :
 - . il n'est pas tenu compte des variations de K et Ψ en fonction de l'humidité θ puisque l'on pose que $\Psi = h = \text{cte}$, et $K = k$ qui est supposé constant et légèrement inférieur à K_s (coefficient à saturation),
 - . que la porosité n est toute utilisée,
- au fait que l'on ne dissocie pas les facteurs du produit kh ce qui n'est peut-être pas gênant pour les applications de ces déterminations en Génie Civil, mais qui limite considérablement les applications pour ce qui nous concerne.

L'intérêt principal réside non pas dans l'établissement des normes pour classer les sols mais dans l'équation donnant la hauteur de la remontée en fonction du temps et où l'on montre que la remontée est proportionnelle à \sqrt{t} .

3. 9. Analyse de la remontée capillaire dans les sols

Le modèle exposé ci-dessus est basé à partir des phénomènes se développant pour un tube capillaire unique, pour lequel $\Psi = h$ (h étant unique et lié au diamètre du capillaire par la loi de JURIN). Dans les sols on n'observe pas de tels phénomènes car tout se passe comme si la porosité était constituée de capillaires présentant des diamètres différents.

Le phénomène observé globalement pourra donc être représenté par une courbe enveloppe d'une série de courbes décrivant des phénomènes élémentaires.

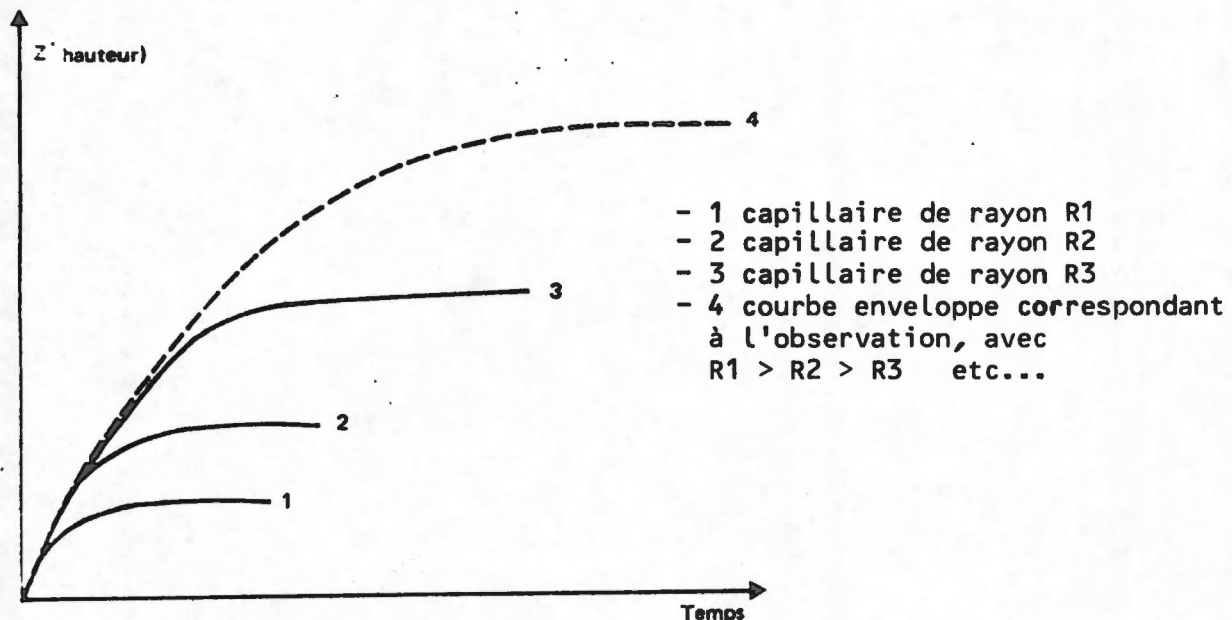


Fig. 13 : Mécanisme de l'ascension capillaire dans un système de capillaires de rayons différents. (d'après S. HENIN)

"Au-dessus de la nappe phréatique, la succion matricielle croît généralement avec la hauteur et le nombre de pores pleins d'eau décroît" (HILLEL o. citée).

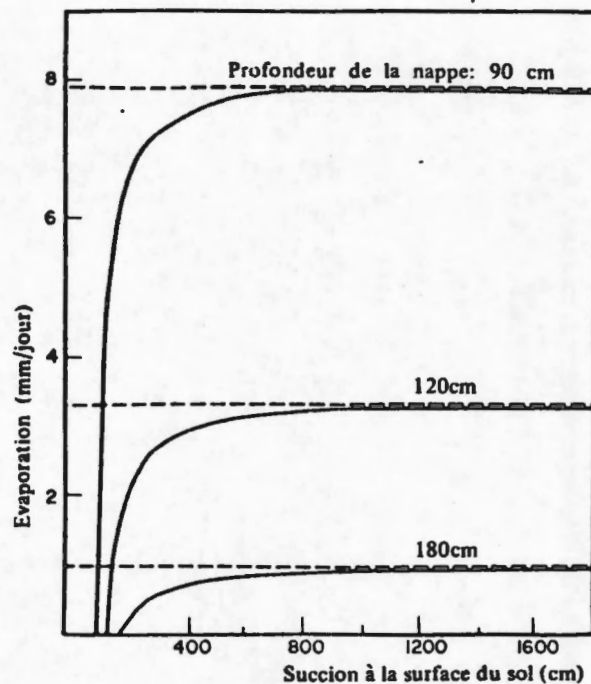


Fig. 75 Régime permanent de circulation vers la haut et évaporation à partir de la nappe phréatique en fonction de la succion régnant à la surface du sol. Le sol est un limon sableux fin, avec $n = 3$ (d'après Gardner, 1958; cité par HILLEL).

A propos de ces courbes HILLEL fait le commentaire suivant :

"Les courbes montrent que le régime permanent de l'ascension capillaire et de l'évaporation dépend de la profondeur de la nappe phréatique et de la succion à la surface du sol.

Cette succion est due en majeure partie aux conditions extérieures puisque plus l'évaporativité atmosphérique est élevée plus grande est la succion à la surface du sol sur laquelle s'exerce l'influence de l'atmosphère. Cependant, un accroissement de la succion à la surface du sol peut accroître le flux à travers le sol mais seulement jusqu'à un régime maximum atteint asymptotiquement, qui dépend de la profondeur de la nappe phréatique. L'atmosphère, même la plus sèche et la plus évaporative, ne peut extraire l'eau sous un régime permanent plus vite que le profil du sol ne peut transmettre à partir de la nappe phréatique vers la surface. Le fait que le profil du sol limite le régime d'évaporation est une caractéristique remarquable et utile du système d'écoulement non saturé. La transmissivité maximale du profil dépend de la conductivité hydraulique du sol et de sa relation avec la succion.

3. 10. Equation générale du mouvement de l'eau, cas d'un mouvement à une dimension (d'après J.R. PHILIP).

La loi de DARCY peut être étendue à l'écoulement en sol non saturé en utilisant $K = K(\Psi)$ ou $K(\Theta)$

En notation vectorielle, la loi de DARCY s'écrit alors

$$q = -K \nabla \Phi$$

où $\nabla \Phi$ est le gradient de charge hydraulique incluant les termes de gravité et de succion.

Dans le système vertical à une dimension qui nous intéresse on a

$$q = -K \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

d'autre part l'accroissement de qx avec z doit être égal à la diminution de la teneur en eau avec le temps

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial qx}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (K \frac{\partial \phi}{\partial z})$$

ϕ comprenant les termes gravitaire et matriciel on peut écrire :

$$\phi = \Psi + z$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (K \frac{\partial (\Psi + z)}{\partial z}) = \frac{\partial (K \frac{\partial \Psi}{\partial z})}{\partial z} + \frac{\partial K}{\partial z}$$

si l'on définit maintenant la diffusité comme étant :

$$D = K \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \quad \text{on a } D \frac{\partial \theta}{\partial z} = K \frac{\partial \Psi}{\partial z}$$

D est comme K une fonction de l'humidité θ , l'équation précédente peut s'écrire

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (D \frac{\partial \theta}{\partial z}) + \frac{\partial K}{\partial z}$$

Remarque

La diffusité a été introduite pour donner aux équations d'écoulement une forme analogue à celles de la diffusion de la chaleur.

Le gradient de succion matricielle $\frac{\partial \Psi}{\partial x}$ peut être développé par la méthode des différentiations en chaîne.

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} = \frac{d\Psi}{d\theta} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial x}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} \quad \text{est le gradient d'humidité}$$

$\frac{d\Psi}{d\theta}$ la réciproque de $\frac{d\theta}{d\Psi}$ que l'on nomme "capacité spécifique de rétention en eau" et qui est la pente de la "courbe caractéristique d'humidité" (voir ci dessus § 3. 7)

$$D \text{ est alors définie par } D = K \frac{d\Psi}{d\theta} = \frac{K}{C}$$

Cette équation est générale, elle décrit aussi bien l'ascension capillaire que le drainage par application d'une succion à la base d'une colonne de terre.

PHILIP propose une solution dans le cas de l'infiltration verticale (en posant $x = -z$ pour que l'axe des x devienne l'axe vertical orienté vers le bas) ; cette solution est de la forme :

$$x = \varphi t^{1/2} + \chi t + \rho t^{3/2} + \dots + f_m(\theta) t^{m/2} + \dots$$

Ce qui correspond à une infiltration cumulée I :

$$I = S t^{1/2} + B t + \dots$$

S est défini comme étant la sorptivité. En infiltration latérale (dans une colonne horizontale en l'absence de teneur gravitaire) $I = S t^{1/2}$.

"Elle englobe en un seul paramètre l'influence de la succion matricielle et de la conductivité dans le processus d'écoulement à régime variable qui suit le changement instantané de la teneur en eau ou de la succion en surface. En réalité on devrait écrire : $S(\theta_0, \theta_1)$ ou $S(\psi_0, \psi_1)$ puisque S n'a de signification que par rapport à un état initial du milieu et à une condition au limite donné" (HILLEL).

Dans nos résultats nous indiquons à quel état initial correspondent les sorptivités estimées (θ_0). Ces résultats ne permettent pas de dépasser la simple comparaison entre les différents matériaux testés.

3. 11. Analyse du rabattement de nappe dans un sol

Quand la nappe s'abaisse dans un sol, une certaine quantité d'eau est drainée, en effet l'abaissement de la nappe crée une augmentation de la succion dans les zones situées au-dessus et libère donc l'eau d'une certaine catégorie de capillaires (cf schéma). Dans l'absolu, en l'absence de toute évapotranspiration et en attendant que les équilibres soient atteints la quantité d'eau drainée peut être déterminée à l'aide de courbes caractéristiques $\Psi(\theta)$.

On définit généralement (I.L.R.I. o cité) un coefficient d'emmagasinement μ

$$\mu = \frac{\text{variation du stock d'eau}}{\text{variation de prof. de la nappe}}$$

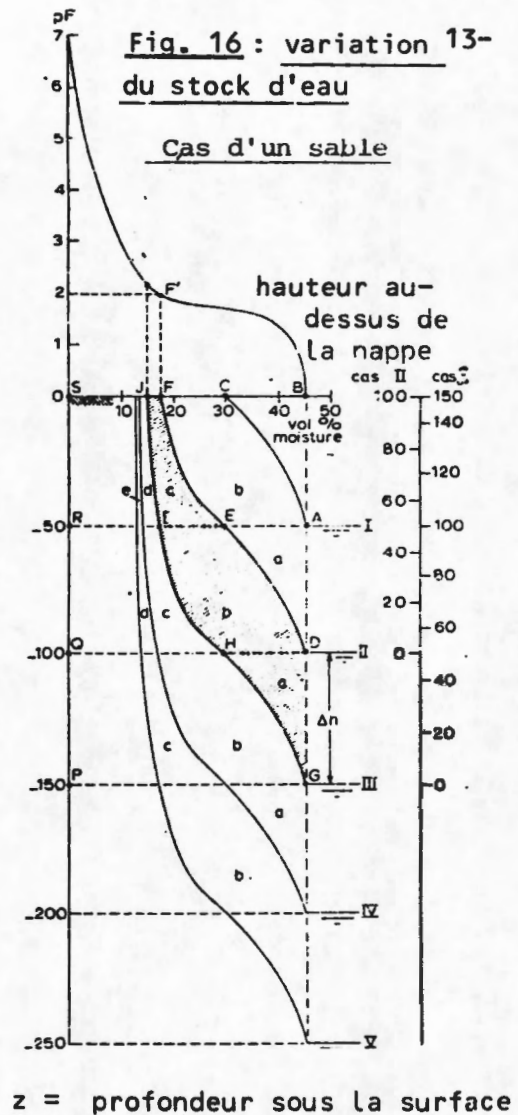
Ce coefficient peut être ainsi évalué à partir des courbes de pF (voir figure).

Nous supposerons que la nappe soit à une profondeur de 100 cm, une courbe d'humidité peut être construite : la succion en tout point au-dessus de la nappe est égale à la hauteur de ce point au dessus de la nappe ; ainsi la succion en surface est 100 cm (pF_2). L'aire $DFSQ$ représente ainsi la quantité d'eau au-dessus de la nappe.

Si la nappe s'abaisse à 150 cm, de nouvelles conditions d'équilibre sont créées représentées par la courbe GJ. La variation du stock d'eau est représentée par l'aire GDFJ.

Cette démarche est généralement appliquée aux études de drainage et l'on fait en général remarquer d'une part que les équilibres statiques ne sont jamais atteints, d'autre part que l'on ne tient pas compte de l'évapotranspiration.

Dans le cas qui nous intéresse l'ETP joue, et la variation de stock d'eau calculée est le maximum utilisable par la culture sans qu'il n'y ait drainage ni remontée capillaire. C'est donc une évaluation de la contribution maximale du phénomène de rabattement de nappe à l'alimentation en eau des cultures.



z = profondeur sous la surface

3. 12. Rôle des stratifications dans la dynamique du système eau-sol

Chaque matériau est caractérisé par une certaine géométrie des pores dont va dépendre finalement le comportement hydraulique de ce matériau. A chaque discontinuité texturale il y a changement de comportement hydraulique ce qui influence le régime du profil complet.

Infiltration

Ainsi lors de l'infiltration si une couche de texture grossière surmonte une couche de texture plus fine, l'eau pénètre en général rapidement dans la couche de texture grossière et plus lentement dans la couche de texture fine, il peut ainsi se former dans le matériau grossier à la limite des deux couches une nappe perchée.

Inversement, si une couche d'éléments fins surmonte une couche plus grossière, l'eau s'arrêtera à la discontinuité jusqu'à ce que l'humidité soit proche de la saturation : le matériau grossier ne pouvant pas s'imbiber par succion à partir du matériau fin.

Remontées capillaires

Les matériaux grossiers ont pour effet général de limiter les remontées capillaires. L'effet global sur l'humidité du profil dépend de la profondeur et de l'épaisseur des strates de texture grossière : proches du niveau de la

nappe l'influence est pratiquement faible, situées nettement au-dessus du niveau de la nappe elles bloquent les remontées

Ressuyage, écoulement non saturé :

Quand les sols ne sont pas saturés, les grands pores se vident les premiers et cessent donc de conduire l'eau, la conductivité décroît. Dans ces conditions la présence d'une couche sableuse peu provoquer un arrêt de l'écoulement à l'état non saturé et le "piégeage" d'eau dans les couches les plus fines situées au-dessus.

4 - RESULTATS

4. 1. Profils hydriques

Les résultats sont donnés dans les tableaux suivants

Tableau II : profils hydriques

N° PROFIL	PROFONDEUR cm	θ % PONDERAL	da	θ % VOLUMIQUE
1 nappe = 130 cm en charge	25	17.7	1.08	19.1
	70	24.0	1.45	34.8
	130	29.3	1.40	41.0
	200	18.6	-	-
3 nappe = 130 cm	10	38.9	1.15	44.7
	45	44.3	1.09	48.3
	85	52.4	1.05	55.0
	120	23.5	1.49	35.0
4 nappe = 150 cm	10	38.4	-	-
	30	33.9	-	-
	60	15.4	-	-
	100	23.0	-	-

Tableau II (suite)

N° PROFIL	PROFONDEUR cm	θ % PONDERAL	da	θ % VOLUMIQUE
5 nappe = 140 cm	22	34.9	1.27	44.3
	60	11.5	1.30	14.9
	85	37.5	0.91	34.1
	105	42.6	1.16	49.4
	140	77.2	0.78	60.2
6 nappe à 150 cm	5	9.3	-	-
	10	10.1	-	-
	40	40.6	1.02	41.4
	80	40.1	1.09	43.7
	130	54.1	0.89	48.1
7 nappe à 130 cm	20	28.3	1.07	30.3
	32	12.6	-	-
	50	9.0	1.16	10.4
	65	60.3	0.92	55.5
	95	65.0	0.92	59.8
	130	59.7	0.87	51.9
8 nappe à 265 cm	30	23.5	-	-
	65	8.7	1.23	10.7
	75	28.8	-	-
	95	4.0	-	-
	115	3.0	1.32	4.0
	210	51.6	-	-
	250	30.3	-	-

Tableau II (suite)

N° PROFIL	PROFONDEUR cm	θ % PONDERAL	da	θ % VOLUMIQUE
9 nappe 270 cm en charge	10	37.9	0.51	19.3
	25	42.0	-	-
	90	45.8	1.09	49.9
	215	43.4	-	-
11 nappe : pas d'eau à 220 cm	10	19.0	-	-
	35	33.2	1.19	39.5
	55	28,5	1.15	32.8
	100	46,2	1.10	50.8
	145	34.1	-	-
	200	28.3	-	-
12 nappe à 60 cm	15	51.4	1.05	53.9
	50	50.0	1.06	53.0
13 nappe à 115 cm	10	25.4	-	-
	35	37.2	1.13	42.0
	60	42.1	1.14	48.0
	85	41.2	1.14	47.0
	105	44.8	1.15	51.5
P15 nappe a = pas d'eau à 220 cm	25	19.3	-	-
	50	27.9	1.23	34.3
	85	26.6	1.30	34.6
	110	25.0	1.37	34.2

Tableau II (Suite)

N° PROFIL	PROFONDEUR cm	θ % PONDERAL	da	θ % VOLUMIQUE
Essai blé MANANAMONTANA Nappe à 150 cm	20	26.4	-	-
	60	25.0	-	-
	100	34.0	-	-
	170	30.5	-	-

Comment exploiter ces chiffres :

Ces résultats font apparaitre des types de profils hydriques différents et illustrent :

- l'effet d'une couche grossière située nettement au-dessus de la nappe = p5, p6, p7 et p8,
- l'effet d'une couche grossière profonde (au niveau de la nappe) p 13
- l'humidité à l'équilibre dans un matériau à texture limoneuse en fonction de la hauteur au dessus de la nappe (profils 3, 5 et 6 dans leurs parties inférieures),
- le profil hydrique correspondant à un essai blé ayant bien poussé,
- le "piégeage d'eau" dans une couche limoneuse située entre 2 couches grossières p 8 à 75 cm.

4. 2. Mesures de capacité au champ :

Tableau III : capacités au champ des différentes couches

PROFIL	PROF. HORIZON cm	TEXTURE	θ CAPACITE AU C.		θ à pF 3 PONDERALE
			PONDERALE	VOLUMIQUE	
1	10	A	41.7	45.0	36.3
1	30	A	49.7	-	25.3
3	15	A	52.8	56.0	40.0
3	40	A	45.1	46.0	39.2
5	15	A	48.1	-	40.4
5	35	Ls	49.0	48.5	6.6
7	15	Laf	45.8	49.0	39.7
9	10	Lfa organique	86.2	43.9	64.5
9	40	A	46.6	42.0	38.9

4. 3. Mesures de pF (humidités à différents pF)

En plus des mesures contractuelles nous avons fait effectuer des mesures complémentaires de pF sur certains matériaux que nous avons jugés caractéristiques des "baibohos", ceci dans le but d'évaluer les courbes caractéristiques de ressuyage.

Tableau IV : Mesures de pF

ECHANTILLON	TEXTURE	θ PONDERALE A			
		pF 3	pF 2.8	pF 2.5	pF 2.2
P 7 horizon 2	S	5.8	-	5.4	5.7
P 5 horizon 3	Ls	11.9	-	13.0	14.4
P 7 horizon 3	Laf	46.9	52.3	59.1	62.4
P 3 horizon 2	A	41.4	45.0	51.0	54.0

Il n'a pas été possible d'effectuer des mesures pour des suctions inférieures (c'est à dire des hauteurs d'eau plus faibles) les valeurs obtenues sont alors incohérentes : il y a plus d'eau dans l'échantillon que de porosité totale (ceci est dû au non contrôle de la densité apparente lors de la mesure d'humidité à différents pF).

4. 4. Estimation des mouvements d'eau lors du ressuyage

Ne pouvant utiliser les mesures d'humidité à différents pF pour les raisons évoquées ci-dessus, nous avons utilisé les mesures effectuées sur des profils naturels en équilibre au-dessus de la nappe (partie inférieure des profils hydriques de p3, p5 et p5. Ceci est d'ailleurs une façon empirique de mesurer l'humidité du sols pour une certaine succion égale à la profondeur de la nappe au point considéré).

Tableau V : valeurs retenues pour un sol de texture "limoneuse"

HAUTEUR AU-DESSUS DE LA NAPPE	θ VOLUMIQUE	pF CORRESPONDANT
0	68	-
10 cm	58	1
25	47	1.40
50	39	1.70
100	36	2.00
150	35	2.20

Ces chiffres sont à notre avis plus proche de la réalité que ceux obtenus à la plaque à pF après remaniement et desséchage de l'échantillon.

Le stock d'eau soumis au ressuyage lorsque la nappe baisse de 30 à 150 cm est alors estimé par le schéma suivant :

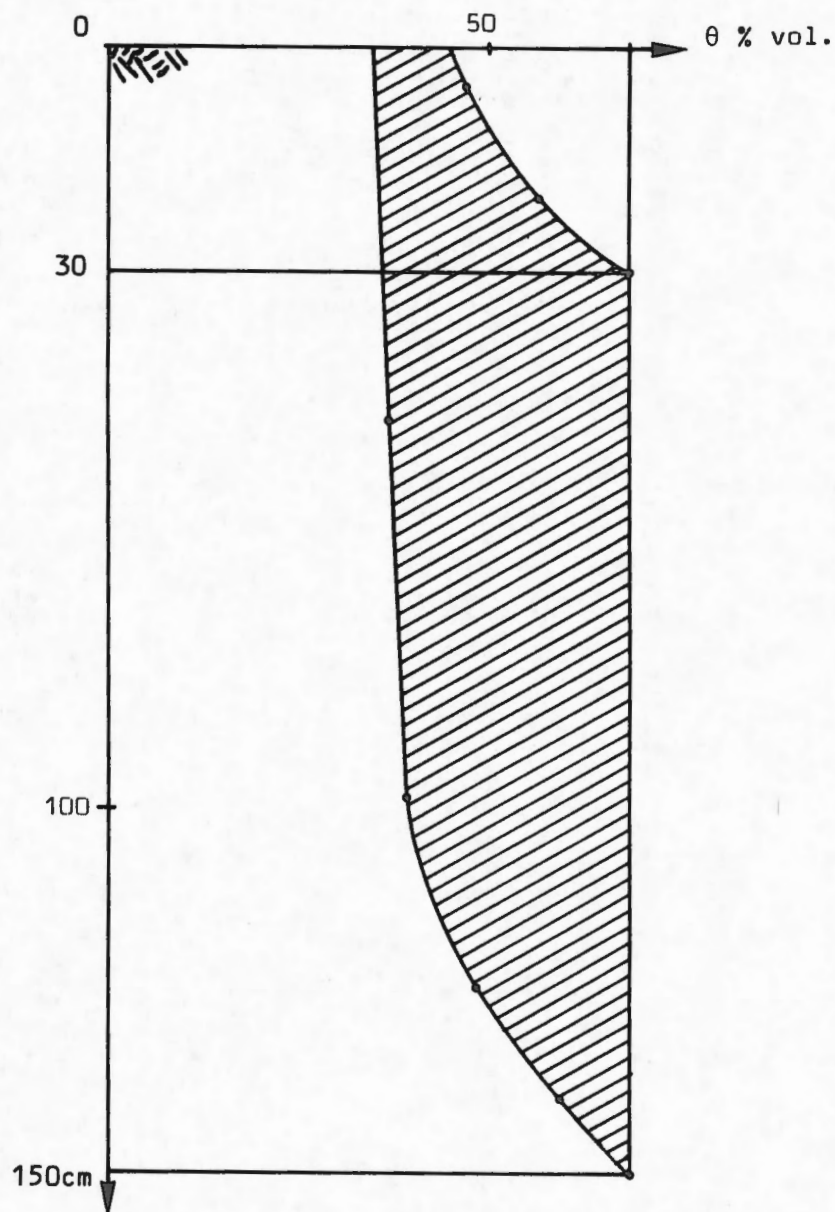


Fig. 17 : stock d'eau soumis au ressuyage

Sur ce schéma et par construction 1 cm² représente 10 mm d'eau de stock.

Le stock d'eau soumis au drainage sera de 400 mm.

4. 5. Détermination de la sorptivité (quantifiant le "pouvoir capillaire") de certains sols

Les sorptivité (coefficient introduit par PHILIP) ont été déterminés à partir des mesures d'infiltrabilité effectuées sur certains sols. L'exploitation de ces mesures s'est avérée très délicate.

La loi de PHILIP de l'infiltration verticale s'écrit (cf 2.4 et 3.10)

$$I = S\sqrt{t} + Bt$$

où I = infiltration cumulée

S = sorptivité, terme capillaire

t = temps

B = terme gravitaire.

Pratiquement la mesure est faite avec un double anneau (méthode MUNTZ) et il est très difficile de mesurer le 0 de l'infiltration, il y a un décalage dû au laps de temps que dure le remplissage, ce décalage a lieu au moment où les forces capillaires ont l'action la plus forte.

Pour tenir compte de ce décalage nous avons ajusté nos mesures à un modèle :

$$I = S\sqrt{t} + Bt + C$$

Malgré cette précaution certaines mesures ne permettent pas un ajustement correct, le terme gravitaire donné par l'ajustement est négatif. Ceci est dû à une trop forte valeur de S par rapport à B . Pour ces mesures et pour essayer d'avoir une estimation de S nous avons fait deux hypothèses sur B :

$B = 0$ ce qui correspond à un terme gravitaire nul, cette hypothèse permet de maximiser S

$B = K$ vitesse atteinte à la fin de l'essai c'est à dire pente à la courbe réelle d'infiltration ; cette hypothèse minimise S .

Nous avons donc deux types de résultats pour S ; soit une estimation, soit un intervalle de variation.

4. 5. 1. Courbes brutes

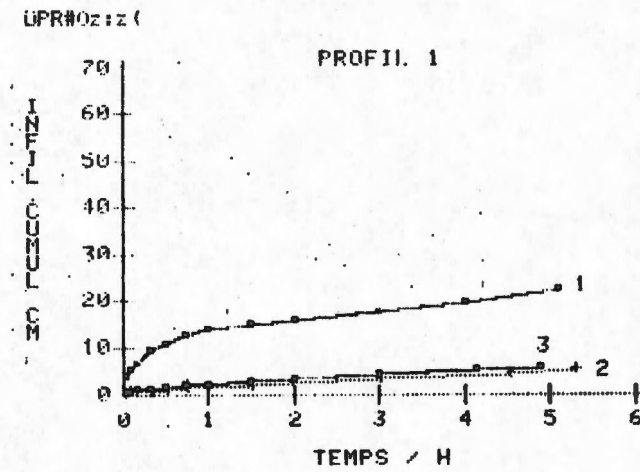


Fig. 18

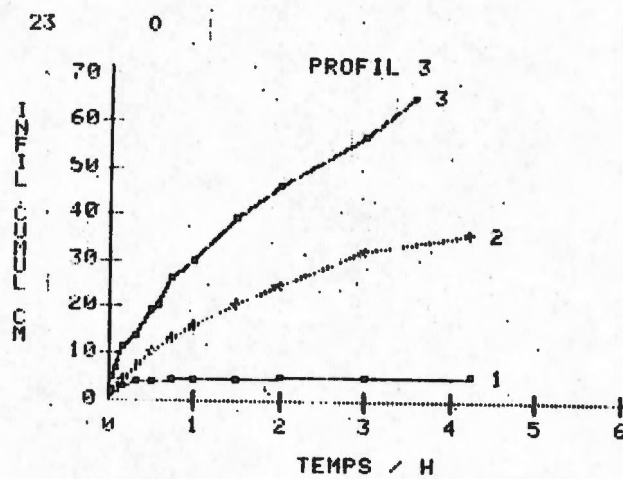
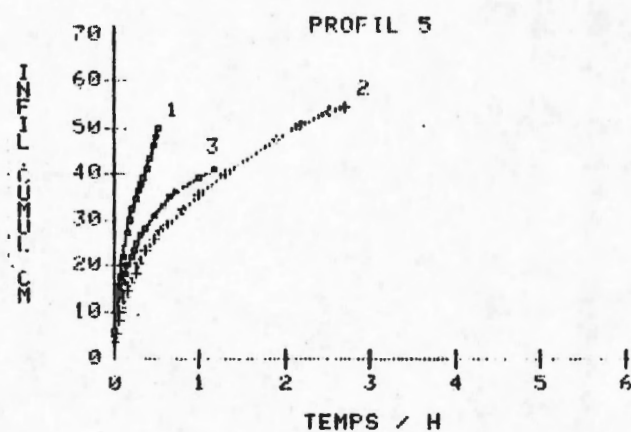
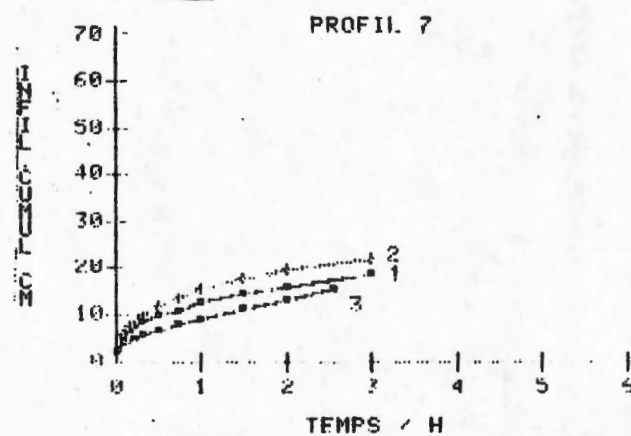
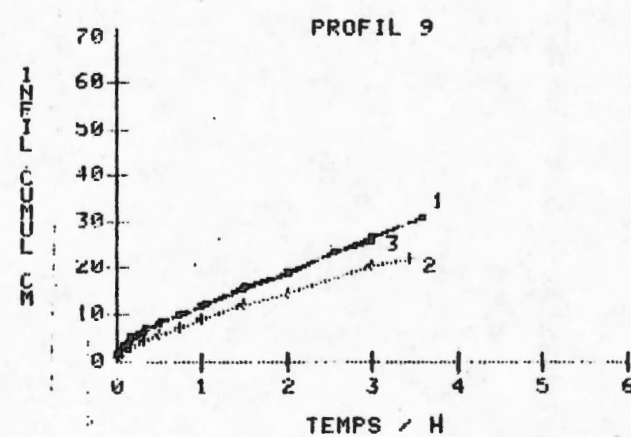


Fig. 19

PLOT 2 (12 PTS)

Fig. 20Fig. 21Fig. 22

4. 5. 2. Résultats d'ajustements

N° PROFIL	REPETITION	S* ESTIMEE OU INTERVALLE
1	1	3.71 à 8.53
	2	0.55 à 2.29
	3	0.90 à 2.56
3	1	1.18 à 1.61
	2	19.51
	3	31.90
5	1	18.98 à 77.73
	2	23.03 à 33.77
	3	23.18 à 39.33
7	1	5.29 à 10.48
	2	10.73 à 12.50
	3	2.14 à 8.88
9	1	7.18
	2	3.69
	3	6.50

* Les humidités caractérisant le début de l'infiltration sont données dans le tableau II

Tableau VI : Sorptivité pour différents profils

Les sorptivités les plus fortes sont obtenues pour les profils de "Baibohos" 3, 5 et 7 (sauf pour la 1ère répétition du profil 3 : effet de l'horizon de surface très argileux ?).

CONCLUSIONS :

Tous les rappels effectués au début de ce chapitre ont mis en évidence la complexité des relations eau-sol, les mesures effectuées avaient pour but de définir certains paramètres, toutes ont abouti à des demi-échecs.

- mauvaise corrélations entre les mesures de terrain et celles effectuées au laboratoire,
- mauvaise répétitivité des mesures de terrain,
- valeur illusoire de certaines mesures de laboratoire (humidité à faible pF)
- difficulté d'interpréter les résultats : sorptivité.

Il n'existe qu'un type de mesure capable de répondre correctement aux problèmes posés par l'écoulement non gravitaire, ce sont les mesures neutroniques, elles permettent de déterminer directement (sur le terrain et sans remaniement) les courbes $K(\theta)$ et $K(\psi)$.

4^e PARTIE

CONSOLIDATION
DES "BAIBOHO"

4e PARTIE

CONSOLIDATION DES "BAIBOHOS"

INTRODUCTION

Ayant effectué quelques déterminations de densité apparente pour l'estimation des stocks d'eau (volumiques) dans les différents sols, nous avons été attirés par certaines valeurs extrêmement faibles : 0,8 à 0,9 pour les moins élevées et le plus souvent 1.00.

Les informations recueillies par ailleurs nous ont permis de voir que ces valeurs faibles correspondaient aux matériaux les plus récemment déposés et à chercher une explication dans les théories concernant l'évolution physique des matériaux.

Ces phénomènes d'évolution physique sont appelés "physical ripening" en anglais que l'on traduit parfois par développement physique, nous préférons le terme consolidation issu du vocabulaire géotechnique.

Après avoir rappelé les différentes approches du phénomène de consolidation, ses conséquences au niveau de la géomorphologie et les incidences pratiques sur les aménagements seront abordées.

1 - RAPPEL THEORIQUE SUR LA CONSOLIDATION

La consolidation d'un matériau meuble est un phénomène bien connu des géotechniciens, mais moins bien connu de pédologues, surtout en France. Aux Pays Bas où ces processus jouent souvent un rôle fondamental dans l'utilisation des sols (plus que la pédogenèse !) ils ont été relativement bien étudiés.

En géologie certains auteurs (H & G TERMIER*) parlent de "compaction" et la définissent ainsi : "la compaction est un changement physique qui consiste en une réduction de volume du sédiment due à la diminution de la porosité et à l'expulsion de l'eau qui se trouvait dans les vides*".

* H & G TERMIER : Erosion et sédimentation MASSON ed. 1960

A l'échelle de temps des géologues on note que la compaction varie de "1/30 pour le sable à 15/16 pour une couche végétale se transformant en houille".

En langue anglaise, les auteurs (surtout hollandais) parlent de "soil ripening" et pour les phénomènes liés à la compaction ou consolidation avec perte d'eau de "physical repening".

1. 1. Approche des pédologues (L. J. PONS, I. S. ZONNEVELD**)

Les conditions naturelles de la consolidation des matériaux.

La consolidation naturelle est un résultat du drainage des sédiments boueux, elle est influencée par la nature du matériau, la topographie, la faune et la flore et bien sûr le temps. Pour accélérer la consolidation des sédiments dans les polders du Zuiderzee (Pays-Bas), on sème des Phragmites.

La circulation de l'air dans le sol, donc l'apparition de taches d'oxydation est un bon indice de consolidation naturelle. On peut apprécier la consolidation par des tests de consistance :

- un matériau non consolidé est très mou (visqueux) il est pratiquement impossible de le tenir en main (ou de le remonter à la tarière normale),
- un matériau peu consolidé passe entre les doigts sous une faible pression quand on le tient en main,
- un matériau consolidé passe difficilement entre les doigts.

Pour essayer de mieux cerner la notion de consolidation les auteurs Néerlandais proposent un indice, qu'ils appellent la "valeur n", et qui est ainsi conçu :

"Le degré de développement physique peut être mesuré par la teneur en eau de la fraction colloïdale du sol".

L'eau du sol Θ (teneur totale) peut être ainsi évaluée :

$$\Theta : nA + nbH + 0,2 R$$

où

- H est la teneur en matière organique
- b : rapport entre les capacités d'adsorption d'eau de la matière organique et de l'argile
- A : teneur en argile
- R : fraction minérale non colloïdale du sol ($H + A + R = 100$)
- 0,2 est une valeur moyenne pour la teneur en eau de la fraction minérale non colloïdale du sol

n s'écrit donc

$$n = \frac{\Theta - 0,2 R}{A + bH}$$

** L.J. PONS, I.S. ZONNEVELD SOIL ripening and soils classification ILRI 1965.

La valeur 0,7 de n sépare bien les deux comportements suivants :

- $n < 0,7$ il est très difficile de faire fluer le matériau entre les doigts : matériau consolidé (naturellement)
- $n > 0,7$ il est aisé de faire fluer le matériau entre les doigts : matériau peu ou pas consolidé.

Cette valeur ($n = 0,7$) sert de seuil en Soil Taxonomy (Taxonomie Américaine des sols) pour distinguer l'ordre des Entisols ($n > 0,7$) de celui des Inceptisols ($n < 0,7$).

1. 2. Approche géotechnique

Il faut maintenant se tourner vers la géotechnique pour voir aborder la consolidation des matériaux par l'intermédiaire de l'un de ses effets les plus nets : le tassement.

C'est l'une des applications des théories de la consolidation qui a, à notre avis, le plus d'intérêt ; notamment pour expliquer certaines morphologies en cuvette.

1. 2. 1. L'essai oedométrique

C'est un essai de compressibilité dans lequel un échantillon est soumis à une contrainte verticale croissante σ , les déformations latérales sont empêchées et l'on mesure la déformation verticale Δh (h étant la hauteur initiale de l'échantillon).

On établit alors la relation entre $\delta = \frac{\Delta h}{h}$ et la contrainte σ .

Ces courbes pour des valeurs de σ suffisamment élevées ont une allure logarithmique et Terzaghi a démontré la relation suivante :

$$\delta = \frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{C} \log \frac{\sigma_2 + \sigma_c}{\sigma_1 + \sigma_c}$$

où

Δh = le raccourcissement de l'échantillon lorsque la contrainte normale dépasse le σ_1 à σ_2

h = l'épaisseur initiale de l'échantillon sous la contrainte normale σ_1 ,

σ_1 = la contrainte normale initiale,

σ_2 = la contrainte normale après l'accroissement de la charge,

σ_c = une constante (de faible valeur en général) ayant les dimensions d'une contrainte ; en pratique, ce qui est le cas général si $\sigma_1 \neq 0$, on admet que $\sigma_c \approx 0$,

C = une variable qui devient une constante de compressibilité à partir d'une certaine pression.

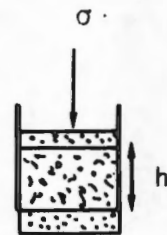


Fig. 23 essai oedométrique (schéma)

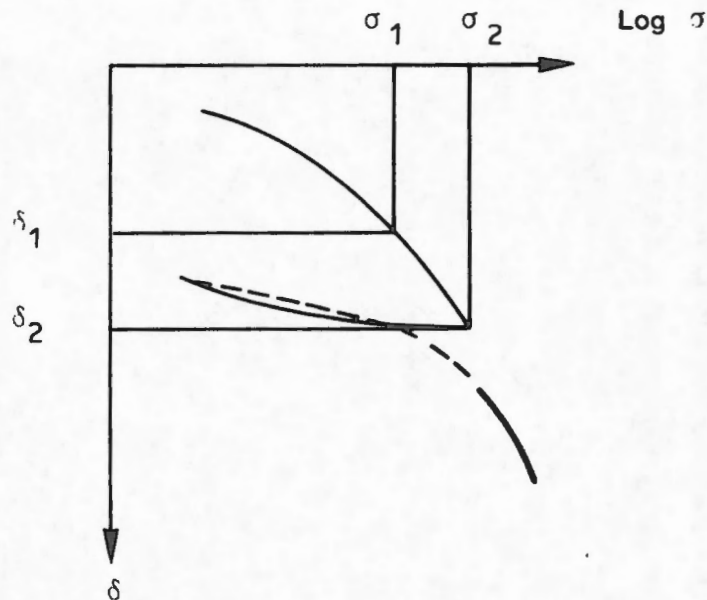


Fig. 24 : courbe
de l'essai oedométrique

- Si l'on diminue maintenant la contrainte δ ("déchargement") on obtient une autre courbe.

- Si après déchargement on "recharge" l'échantillon on retrouve une courbe qui se confond presque avec la courbe de déchargement jusqu'à la courbe de première mise en charge (trait interrompu).

Ce phénomène de chargement-déchargement, qui ne se traduit pas par la même courbe oedométrique que la première mise en charge, est utilisé pour déterminer "la charge de consolidation" d'un échantillon non remanié ; en effet, lorsque l'on prélève un échantillon, on le décharge ; son essai oedométrique est donc assimilable dans un premier temps à un rechargement et ce n'est qu'à partir d'une certaine valeur de σ (que l'on appelle charge de consolidation et qui correspond à la consolidation naturelle en place) que l'on rejoint la partie rectiligne de la charge de compression.

1. 2. 2. Influence du temps (durée) dans la consolidation des matériaux argileux

L'un des principaux problèmes que pose l'essai oedométrique est celui de la durée au bout de laquelle on considère que le tassement est stabilisé après application d'une charge. Cette durée est fixée arbitrairement.

Si l'on établit maintenant la courbe de consolidation en fonction du temps pour une charge donnée on obtient la figure suivante :

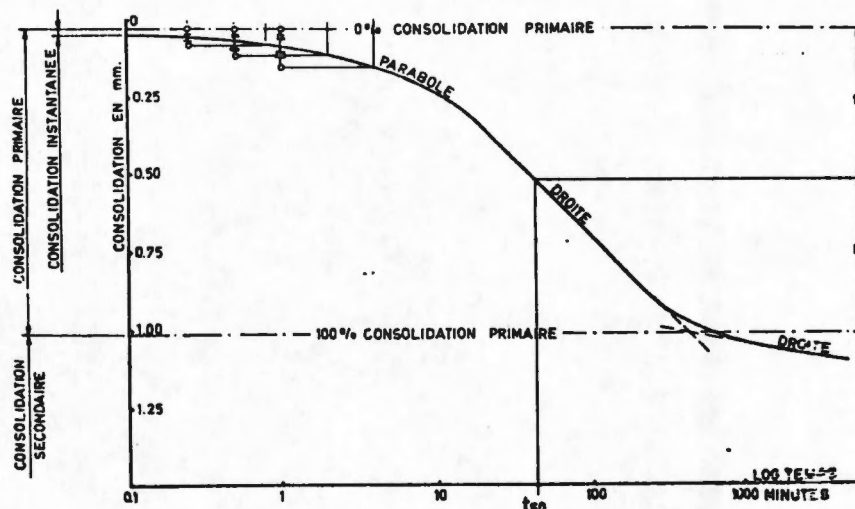


Fig. 25 : courbe de consolidation

On considère qu'il y a trois étapes principales dans la consolidation :

- la consolidation instantanée dû à la compressibilité de l'air de l'échantillon,
- la consolidation primaire due à l'expulsion d'eau intersticielle,
- la consolidation secondaire due à des phénomènes physico-chimiques.

Pour expliquer la consolidation primaire qui est celle qui nous intéresse ici, on fait généralement l'analogie avec le système mécanique suivant (voir schéma) d'un ressort dans un récipient rempli d'eau, fermé par un piston muni d'un très petit orifice.

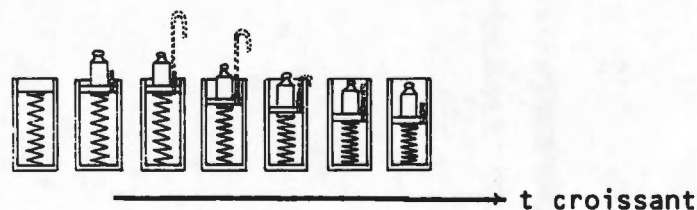


Fig. 26 : schéma analogique

et l'on commente ainsi pour le cas d'une couche d'argile comprise entre deux couches de sable : (J. VERDEYEN et al. Mécanique des sols pp 444-445).

"Lorsque l'on charge le terrain à la surface libre, les efforts appliqués donnent lieu à des contraintes de compression verticale dans la masse de sol. Ces contraintes se transmettent par les grains dans le sable, dont les vides diminuent, car l'eau est expulsée en un temps très court, la perméabilité étant très grande. Des contraintes agissent également dans la couche d'argile compressible peu perméable, mais, dans ce cas elles sont reprises entièrement, au moment de la mise en charge, par l'eau interstitielle de l'argile.

Immédiatement après, une partie de ces contraintes se transmet aux grains solides de l'argile parce que l'eau s'échappe verticalement vers les couches supérieure et inférieure de sable très perméables. Ensuite, les pressions dans l'eau continuent à diminuer avec le temps alors que les contraintes dans les grains augmentent. Après un temps théoriquement infini, un nouvel équilibre est atteint les contraintes dues à la surcharge sont entièrement reprises par les grains d'argile. Le tassement total s'est produit et le phénomène est terminé."

A un instant donné l'état des contraintes dans la couche d'argile peut être représenté par une courbe dite isochrone qui a l'allure suivant dans l'exemple ci-dessus (sans tenir compte du poids des couches).

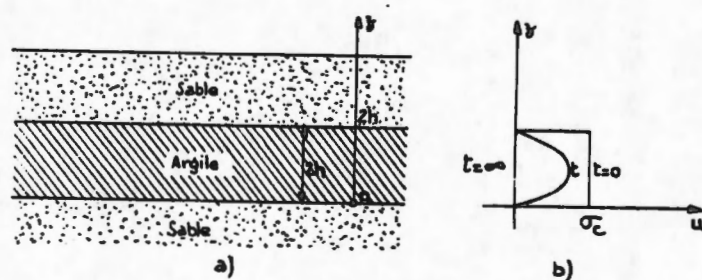


Fig. 27

— Consolidation (couche ouverte).

Une théorie développée par FROLICH et TERZAGHI permet de calculer les isochrones.

Si l'on tient maintenant compte du poids des couches on obtient la famille d'isochrones suivantes (v. fig. n°

Si l'on considère enfin que la couche inférieure est argileuse et que l'expulsion d'eau se fait uniquement par le haut on a la famille suivante (cas de la consolidation naturelle). Fig.

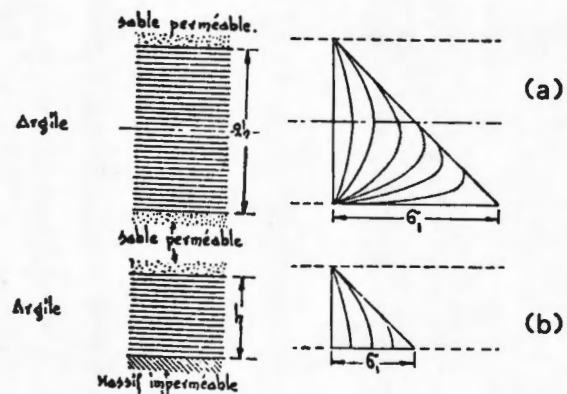


Fig. 28 : isochrones

Dans la pratique on retrouve, c'est fréquent dans la zone amont des "Baiboho" des horizons de surface partiellement consolidés sur un matériau qui l'est de moins en moins avec la profondeur, ce que les auteurs hollandais nomment "sol minéral développé avec sous-sol non développé".

2 - APPLICATIONS

2. 1. Résultats généraux disponibles sur les sols de "Baibohos"

2. 1. 2. Essais géotechniques

Etant donné le nombre et l'importance des ouvrages construits dans la zone des Baibohos il doit exister des résultats d'essais dans les cahiers des charges concernant ces ouvrages (barrage du lac Amparihilava, ponts de la route goudronnée...). Nous n'en avons pas eu connaissance mais ils doivent pouvoir être retrouvés et exploités.

2. 1. 2. Calcul de la "valeur n" pour différents échantillons

La valeur n a été calculée pour différents matériaux (voir tableau) et elle reflète bien, pour les horizons où elle peut être établie, les âges respectifs des matériaux : par exemple dans le profil 3 l'horizon à 85 cm -baiboho- présente une valeur de n de 0,78 alors que la couche d'argile sableuse plus profonde attribuée aux alluvions fluvio-lacustres présente une valeur de n de 0,26.

Pour ces calculs il a été parfois nécessaire de faire une estimation du pourcentage d'argile (quand il ne s'agit pas d'un horizon analysé) pour cela nous avons attribué la valeur centrale pour la classe texturale, sauf pour les échantillons P1 (130 cm) et P3 (85 cm) où nous nous sommes basés sur les valeurs trouvées pour les horizons supérieurs des profils. Cette évaluation du taux d'argile entraîne une certaine incertitude sur "n",

par exemple pour l'échantillon P6 (130 cm), le taux d'argile d'un limon argileux(LA) peut varier de 27 à 40 %, ceci correspond à des valeurs n de 1,46 à 1,05.

Profil	Profondeur	θ %	Texture	A % (granulo)	A % estimé	n	da
P1	130 cm	30	A	-	55	0,38	1,42
P3	85 cm	52	A	-	55	0,78	1,05
P3	120 cm	23	AS	-	45	0,26	1,49
P5	105 cm	43	LS	17	-	1,50	1,16
P6	80 cm	40	LA	31	-	0,84	1,09
P6	130 cm	54	LA	-	34	1,20	0,89
P7	65 cm	60	LaF	37	-	1,28	0,92
P9	40 cm	47	A	80	-	0,54	0,90
P11	100 cmm	46	LaF	-	34	0,96	1,10

TABEAU VII : "valeur n " pour différents horizons

2. 2. Evaluation des tassements potentiels

Les densités apparentes de tous les échantillons pour lesquels n a été déterminé, figurent dans le tableau n. Ces densités apparentes sont très variables de 0,89 à 1,49.

Il faut traiter à part le cas de l'échantillon P9 (40 cm) qui présente une faible densité apparente bien qu'il apparaisse comme relativement bien consolidé ($n = 0,54$), il s'agit en effet d'une argile presque pure (80 d'argile granulométrique) du niveau fluviolacustre et il est peu probable qu'elle se consolide plus dans les conditions actuelles.

Pour les autres échantillons dont la teneur en argile varie de 30 à 55 % il est fort probable que les densités apparentes évoluent vers des valeurs de l'ordre de 1,40 ; pour une couche présentant actuellement la valeur 0,90 cela correspond à un tassement de 36 % (par rapport à son épaisseur actuelle).

Or nous n'avons pas pu prélever les échantillons les moins consolidés qui se trouvent sous le niveau piézométrique pour lesquels la densité apparente est beaucoup plus faible (et le tassement potentiel beaucoup plus important donc).

Il devient donc évident qu'entre les conditions de dépôt et celles de l'observation que l'on peut effectuer aujourd'hui se sont certainement produits des tassements considérables, tassements différents selon la granulométrie des dépôts : les sables étant pratiquement consolidés dès leur dépôt et les argiles se consolidant lentement avec des tassements pouvant atteindre et dépasser 50 %. Il y a là une voie possible pour expliquer l'origine de certaines cuvettes dans des plaines très argileuses pour lesquelles on ne voit pas très bien comment et où peuvent fonctionner les phénomènes de soutirage ("suffosion") souvent invoqués.

2. 3. Conséquences pour les aménagements

L'attention des aménageurs est généralement attirée vers les problèmes de tassement (compliqués par le brûlage) que présentent les tourbes, il faut savoir que les zones argileuses et peu consolidées des baibohos présentent les mêmes problèmes : si l'on draine ces formations il faut s'attendre à des tassements et à des ruptures dans les ouvrages construits avant drainage.

ANNEXES

**Descriptions des profils
et résultats analytiques.**

PROFIL: 1 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:13/09/1983
COMMUNE:FERAMANGA NORD

LONG: 48-22-50 E
LAT : 17-50-25 S
ALT : 760 METRES

AUTEUR:BOURGEOIN - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* VEGETATION--> FORMATION DOMINANTE: CHAUME DE RIZ * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT:
ALLU.FLUVIO-LACUSTRES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: COLMATAGE ARGILEUX

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 15 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 200 MM TRES NETTE COMPACT PLASTIQUE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON:
75YR32 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 NOMBREUSES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES
DE FER EN TACHES * TRACES D'ACTIVITES RARES * RACINES PEU NOMBREUSES * FENTES DE: 10 MM ESPACEES DE: 20
CM * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

15 - 20 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LAS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES DEBRIS
ET RESIDUS TRES DECOMPOSES ET HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRAGILE *
COULEUR DE L'HORIZON: 75YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 NOMBREUSES * ELEMENTS SECONDAIRES:
OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * TRACES D'ACTIVITES RARES * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE
GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM INTERROMPUE

20 - 40 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES DEBRIS
ET RESIDUS TRES DECOMPOSES ET HUMUS * STRUCTURE: EN COLONNES DE: 20 MM PEU NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU
FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5Y 61 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 TRES NOMBREUSES *
RETELEMENTS: SESQUIOXYDIQUES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE MANGANESE EN TACHES * TRACES
D'ACTIVITES RARES * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % *
TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

40 - 80 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
5Y 61 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 TRES NOMBREUSES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET
HYDROXYDES DE FER EN TACHES * TRACES D'ACTIVITES RARES * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE:
PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

80 - 140 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
5Y 61 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 TRES NOMBREUSES * RETELEMENTS: FACES LUISANTES * ELEMENTS
SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * TRACES D'ACTIVITES RARES * RACINES PAS DE RACINES *
POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 1

		Profondeur cm	0-15	20-40	40-80		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	36,3	25,3	21,3		
	- - - 4,2	%	24,8	18,0	15,0		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	52,9	56,5	45,2		
	Limon	%	20,6	8,2	11,6		
	Sable très fin	%	11,7	14,8	16,1		
	Sable fin	%	12,0	18,4	24,4		
	Sable grossier	%	2,7	2,0	2,6		
	Classe granulométrique		A	A	A		
Matière Organique	Matière organique	%	4,17	0,48	0,45		
	Carbone	%	2,42	0,28	0,26		
	Azote	‰	2,31	0,39	0,48		
	Rapport C/N		11	7	5		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	7,8	15,7	5,5		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		4,03	6,11	5,60		
	Mg - - -		2,68	8,15	6,00		
	K - - -		0,11	0,23	0,17		
	Na - - -		0,23	0,67	0,40		
	S - - -		7,05	15,16	12,17		
	C.E.C. - - -		19,65	19,46	15,13		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		36	78	80		
PH	pH eau		5,15	5,80	6,25		
	pH KCl						

PROFIL: 2 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:13/09/1983
COMMUNE:FEXAMANGA NORD

LONG: 48-22-47 E
LAT : 17-50-25 S
ALT : 760 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* VEGETATION--> FORMATION DOMINANTE: FRICHE * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT:
ALL.FLUVIO-LACUSTRES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: RESIDU-SABLEUX

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 25 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LAS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: GRUMULEUSE DE: 5 MM NETTE PEU COMPACT PEU PLASTIQUE FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR22 *
RETEVEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU
POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM

25 - 70 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: S * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX TRES COMPACT NON PLASTIQUE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR71 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 10YR76 PEU NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * RETEVE-
MENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN
TACHES * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR:
5 CM

70 - 110 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT NON PLASTIQUE NON FRAGILE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR63 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 10YR76 NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION *
RETEVEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES
DE FER EN TACHES * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % *
TRANSITION SUR: 5 CM

110 - 130 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: S A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: PARTICULAIRE PEU COMPACT NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR63 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 10YR76 NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * RETEVE-
MENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES *
RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE
(HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 2

		Profondeur cm	0-25	25-70	70-110		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	17,4	4,6	8,0		
	- - - 4,2	%	13,1	3,2	7,2		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	26,1	6,9	18,2		
	Limon	%	6,7	2,5	2,2		
	Sable très fin	%	7,2	3,6	0,7		
	Sable fin	%	16,6	12,4	4,3		
	Sable grossier	%	43,4	74,6	74,6		
	Classe granulométrique		Las	S	Ls		
Matière Organique	Matière organique	%	3,88	3,03	0,41		
	Carbone	%	2,25	1,76	0,24		
	Azote	‰	2,23	1,89	0,36		
	Rapport C/N		10	9	7		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	8,1	4,3	6,1		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		2,42	0,88	1,27		
	Mg - - -		1,32	0,46	1,20		
	K - - -		0,25	0,01	0,02		
	Na - - -		0,03	0,03	0,06		
	S - - -		4,02	1,38	2,55		
	C.E.C. - - -		8,55	1,97	4,55		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		47	70	56		
PH	pH eau		5,55	5,75	5,40		
	pH KCl						

PROFIL: 3 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:14/09/1983
COMMUNE:ANKAZOTSARAVOLO

LONG: 48-23-41 E
LAT : 17-52-08 S
ALT : 772 METRES

AUTEUR:BOURGEOIN - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 130 CM * VEGETATION--> FORMATION DOMINANTE: CHAUME DE RIZ * GEOLOGIE-->
MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBOHO" / TOURBE * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 25 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 200 MM NETTE COMPACT PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR44 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 ASSEZ NOMBREUSES ASSOCIEES AUX RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES PEU ABONDANTS EN TACHES *
FENTES DE: 5 MM ESPACEES DE: 20 CM * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % *
TRANSITION SUR: 2 CM

25 - 75 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 75YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES *
REJETEMENTS: PAS DE FACES LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES
ABONDANTS EN TACHES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM

75 - 100 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX PEU COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR42 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS:
PAS DE FACES LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES ABONDANTS EN
TACHES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM

100 - 120 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: AS * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX PEU COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR61 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES PEU ABONDANTS EN TACHES *
POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM

120 - 130 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: AS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
75YR56 * TACHES: DE REDUCTION DE COULEUR: 10YR61 NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISTANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES PEU ABONDANTS EN TACHES * POROSITE
GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 5 % GRAVIERS DE: QUARTZ * TRANSITION NON OBSERVEE
(HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 3

		Profondeur cm	0-25	25-75	75-100		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	40,0	39,2	35,6		
	- - - 4,2	%	28,2	28,9	25,6		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	63,7	54,6	51,7		
	Limon	%	23,5	33,6	16,5	:	
	Sable très fin	%	9,2	9,4	10,1		
	Sable fin	%	3,1	1,5	14,1		
	Sable grossier	%	0,4	0,8	7,6		
	Classe granulométrique		A	A	A		
Matière Organique	Matière organique	%	2,93	0,88	1,65		
	Carbone	%	1,79	0,51	0,96		
	Azote	‰	1,68	0,62	1,19		
	Rapport C/N		10	8	18		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	0,6	2,6	13,3		
Complexe absorbant	Ca m.e pour 100 g		6,65	5,84	10,44		
	Mg - - -		6,00	6,00	8,70		
	K - - -		0,16	0,09	0,07		
	Na - - -		0,59	0,39	0,58		
	S - - -		13,40	12,32	19,79		
	C.E.C. - - -		19,43	13,16	24,22		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		69	94	82		
PH	pH eau		6,05	7,65	7,65		
	pH KCl						

PROFIL: 4 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:14/09/1983
COMMUNE:ANKAZOTSARAVOLO

LONG: 48-23-38 E
LAT : 17-52-20 S
ALT : 772 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 150 CM * VEGETATION--> FORMATION DOMINANTE: CHAUME DE RIZ * GEOLOGIE-->
MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBOHO" / TOURBE * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 25 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE:
PRISMATIQUE DE: 200 MM NETTE COMPACT PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR44 * TACHES:
D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES EN TACHES * FENTES DE: 5 MM ESPACEES DE: 20 CM *
POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM

25 - 51 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR56 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES EN TACHES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS
GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM

51 - 65 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: AS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR42 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES EN TACHES * POROSITE GLOBALE: PEU
POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM

65 - 105 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: AS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
75YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES EN TACHES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU
POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 3 % * TRANSITION SUR: 15 CM

105 - 135 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: AS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
75YR56 * TACHES: DE REDUCTION DE COULEUR: 10YR61 PEU NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES EN TACHES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU
POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 3 % GRAVIERS DE: QUARTZ * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 5 ETUDE:LA20 DEPT: NATION:MG DATE:16/09/1983
COMMUNE:FIERENANA
LONG: 48-24-30 E
LAT : 17-53-23 S
ALT : 785 METRES AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 140 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBAO" / TOURBE *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 45 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 25YR44 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * FENTES DE: 8 MM ESPACEES DE: 15 CM * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX *
ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

45 - 72 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX MEUBLE NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR63 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR32 TRES NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS
GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

72 - 130 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LS * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX MEUBLE NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR64 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR58 TRES NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION
SUR: 1 CM REGULIERE

130 - 145 CM * IDENTIFICATION: * NOYE * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
DEBRIS ET RES * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT TRES PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR43 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PAS DE RACINES *
POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 5

		Profondeur cm	0-45	45-72	72-130		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	40,4	6,6	9,6		
	- - - 4,2	%	26,0	6,1	5,1		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	51,1	15,0	16,8		
	Limon	%	34,4	5,2	7,3		
	Sable très fin	%	12,5	2,5	3,2		
	Sable fin	%	1,2	16,1	23,3		
	Sable grossier	%	0,8	61,2	49,4		
	Classe granulométrique		A	Ls	Ls		
Matière Organique	Matière organique	%	2,55	0,24	0,26		
	Carbone	%	1,48	0,14	0,15		
	Azote	‰	1,42	0,17	0,17		
	Rapport C/N		10	12	9		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	2,2	8,7	7,4		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		4,47	2,47	2,65		
	Mg - - -		3,74	2,02	2,14		
	K - - -		0,10	0,05	0,09		
	Na - - -		0,15	0,04	0,18		
	S - - -		8,46	4,58	5,06		
	C.E.C. - - -		12,84	7,66	11,37		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		66	61	45		
PH	pH eau		6,50	6,65	6,30		
	pH KCl						

PROFIL: 6 ETUDE:LA20 DEPT: NATION:MG DATE:16/09/1983
COMMUNE:ILAFY
LONG: 48-24-37 E
LAT : 17-53-11 S
ALT : 785 METRES AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 150 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBAHO" *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LS A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX COMPACT PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR42 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 10YR46 ASSEZ NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * REVETEMENTS: PAS DE
FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

20 - 50 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: SQUAMEUSE DE: 60 MM PEU NETTE COMPACT FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR54 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE
FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

50 - 150 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR42 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 7.5YR56 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE
FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 6

Profondeur cm 0-20 20-60 vers 90

PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	14,7	37,6	33,6		
	- - - 4,2	%	4,9	13,5	15,7		

EU	Eau utile	%					
----	-----------	---	--	--	--	--	--

Granulométrie	Argile	%	13,2	52,7	31,3		
	Limon	%	10,4	24,8	22,2	:	
	Sable très fin	%	5,1	12,3	22,0		
	Sable fin	%	9,0	4,6	20,9		
	Sable grossier	%	62,3	5,6	3,6		
	Classe granulométrique		Ls	A	La		

Matière Organique	Matière organique	%	3,34	1,86	0,69		
	Carbone	%	1,94	1,08	0,40		
	Azote	‰	1,61	1,11	0,52		
	Rapport C/N		12	10	8		

P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	2,0	7,6	1,5		
-------------------------------	--------------------	-----	-----	-----	-----	--	--

Complexe absorbant	Ca	m.e pour 100 g	1,14	2,10	2,30		
	Mg	- - -	1,38	2,96	3,38		
	K	- - -	0,13	0,14	0,10		
	Na	- - -	0,05	0,13	0,09		
	S	- - -	2,70	5,33	5,87		
	C.E.C.	- - -	7,00	12,30	8,30		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		39	43	71		

PH	pH eau		5,15	5,50	6,20		
	pH KCl						

PROFIL: 7 ETUDE:LA20

LONG: 48-18-17 E
LAT : 17-49-23 S
ALT : 766 METRES

DEPT: NATION:MG DATE:17/09/1983
COMMUNE:ANDRANOMIELY

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 130 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: BAIBAO / ALL.FL.LAC. *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: LEEVE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 30 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR54 * TACHES: DE COULEUR: 5YR46 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES NOMBREUSES * FENTES DE: 5 MM ESPACEES DE: 30 CM * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

30 - 55 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: S A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: PARTICULAIRE PEU COMPACT NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR73 * TACHES: DE COULEUR: 5YR46 ASSEZ NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

55 - 80 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT TRES PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR46 * TACHES: DE COULEUR: 5YR58 ASSEZ NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

80 - 115 CM * IDENTIFICATION: * TRES HUMIDE * TEXTURE: LS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX PEU COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR44 * TACHES: DE COULEUR: 5YR58 TRES NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: ARGILO-FERRUGINEUX PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 10 CM IRRÉGULIERE

115 - 130 CM * IDENTIFICATION: * TRES HUMIDE * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES DEBRIS ET RESIDUS TRES DECOMPOSES ET HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR41 * TACHES: DE COULEUR: 10YR36 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: ARGILO-FERRUGINEUX PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 7

		Profondeur cm	0-30	30-55	55-80		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	39,7	4,1	47,6		
	- - - 4,2	%	19,8	3,0	23,7		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	29,7	1,8	36,4		
	Limon	%	40,9	1,2	43,9		
	Sable très fin	%	14,5	1,0	14,3		
	Sable fin	%	6,3	12,4	4,3		
	Sable grossier	%	8,7	83,6	1,0		
	Classe granulométrique		Laf	S	Laf		
Matière Organique	Matière organique	%	1,60	1,40	0,24		
	Carbone	%	0,93	0,81	0,14		
	Azote	‰	1,20	0,85	0,16		
	Rapport C/N		8	10	9		
P2O5	Phosphore Bray N°2	ppm	0,9	3,8	0,7		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		1,96	0,52	2,63		
	Mg - - -		1,62	0,48	2,54		
	K - - -		0,01	0,05	0,07		
	Na - - -		0,05	0,02	0,05		
	S - - -		3,64	1,07	5,29		
	C.E.C. - - -		8,40	1,60	9,40		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		43	67	56		
PH	pH eau		5,15	5,85	5,55		
	pH KCl						

PROFIL: 8 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:17/09/1983

COMMUNE:ANDRANOMIELY

LONG: 48-18-17 E

LAT : 17-50-12 S

ALT : 765 METRES

AUTEUR:BOURGEON -IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 265 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBOHO" *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: DELTA SABLEUX

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LA A SABLE FIN * STRUCTURE: POLYEDRIQUE
SUBANGULEUSE DE: 10 MM PEU NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE PEU FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR46 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 5YR58 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

20 - 40 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: L A SABLE FIN * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS
EMOUSSÉS COMPACT PEU PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR46 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 5YR58 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

40 - 65 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: S * STRUCTURE: PARTICULAIRE MEUBLE NON
PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR64 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 10YR21 TRES
NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * REVETEMENTS: MANGANESIFERES PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE MANGANESE EN TACHES * RACINES PEU NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

65 - 85 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LS A SABLE FIN * STRUCTURE: CONTINUE A
ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 5YR58 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

85 - 120 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: S A SABLE GROSSIER * STRUCTURE:
PARTICULAIRE MEUBLE NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR64 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 10YR21 ASSEZ NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * REVETEMENTS: MANGANESIFERES PAS DE FACES
LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE MANGANESE EN TACHES *
RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 10 % GRAVIERES DE: QUARTZ *
TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

120 - 150 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LS A SABLE FIN * STRUCTURE: CONTINUE A
ECLATS EMOUSSES PEU COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 5YR58 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI
FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN TACHES * RACINES TRES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON
REGULIERE

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 8

Profondeur cm 0-20 20-40 40-65

PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	29,6	29,5	8,8		
	- - - 4,2	%	15,4	15,4	6,1		

EU	Eau utile	%					
----	-----------	---	--	--	--	--	--

Granulométrie	Argile	%	24,0	13,8	4,6		
	Limon	%	21,2	24,9	3,1		
	Sable très fin	%	8,3	24,0	3,8		
	Sable fin	%	24,5	31,5	33,1		
	Sable grossier	%	22,0	5,8	55,5		
	Classe granulométrique		La	L	S		

Matière Organique	Matière organique	%	2,05	0,81	0,48		
	Carbone	%	1,19	0,47	0,28		
	Azote	‰	1,46	0,42	0,26		
	Rapport C/N		8	9	11		

P2O5	Phosphore Bray N°2	ppm	5,1	0,7	4,3		
------	--------------------	-----	-----	-----	-----	--	--

Complexe absorbant	Ca	m.e. pour	100 g	1,65	2,14	1,32		
	Mg	-	-	1,28	1,82	0,88		
	K	-	-	0,25	0,06	0,05		
	Na	-	-	0,04	0,09	0,03		
	S	-	-	3,21	4,11	2,28		
	C.E.C.	-	-	8,30	6,80	2,70		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$			39	60	84		

PH	pH eau		5,05	5,35	5,65		
	pH KCl						

PROFIL: 9 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:18/09/1983
COMMUNE:AMPARATSIRAKA

LONG: 48-16-40 E
LAT : 17-48-30 S
ALT : 755 METRES

AUTEUR:BOURGEOIN - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ALL. FLUVIO-LACUSTRES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON
DOMINANT: PLAINE ALLUVIALE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LFA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: POLYEDRIQUE SUBANGULEUSE DE: 5 MM NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE PEU FRAGILE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR21 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 TRES NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET
RACINES * REVETEMENTS: SESQUIOXYDIQUES PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS
SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES NOMBREUSES * FENTES DE: 5 MM ESPACEES DE: 25 CM *
POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

20 - 50 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 15 MM NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR31 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS:
SESQUIOXYDIQUES FACES LUISANTES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

50 - 70 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
RESIDUS ET HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PEU PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS:
PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER *
RACINES NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 3 CM ONDULEE

70 - 85 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT TRES PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR41 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS: FACES
LUISANTES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE:
TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

85 - 120 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT TRES PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR61 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES *
REVETEMENTS: FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES PAS DE
RACINES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

COMMENTAIRES

HORIZON 3 : BRULAGE DE MATIERE ORGANIQUE *

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 9

		Profondeur cm	0-20	20-50	50-70		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	64,5	38,9	71,5		
	- - - 4,2	%	33,3	30,4	49,6		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	22,3	79,6	13,4		
	Limon	%	38,0	9,2	16,9		
	Sable très fin	%	16,3	5,4	16,0		
	Sable fin	%	15,8	4,3	16,2		
	Sable grossier	%	7,7	1,5	36,5		
	Classe granulométrique		Lfa	A	Ls		
Matière Organique	Matière organique	%	10,22	4,27	5,55		
	Carbone	%	5,93	2,48	3,28		
	Azote	‰	6,38	2,93	2,95		
	Rapport C/N		9	8	11		
P2O5	Phosphore Bray N°2	ppm	8,8	15,4	2,6		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		4,62	6,25	7,53		
	Mg - - -		0,96	2,52	2,36		
	K - - -		0,06	0,02	0,02		
	Na - - -		0,08	0,08	0,09		
	S - - -		5,72	8,91	10,00		
	C.E.C. - - -		36,40	26,00	52,90		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		16	34	19		
PH	pH eau		5,00	4,95	5,60		
	pH KCl						

PROFIL: 10 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:18/09/1983

COMMUNE:TSARASOKITRA

LONG: 48-17-13 E
LAT : 17-48-32 S
ALT : 757 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ALL. FLUVIO-LACUSTRES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON
DOMINANT: PLAINE ALLUVIALE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 15 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: GRENUE NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE PEU FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR22 * TACHES:
D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR46 ASSEZ NOMBREUSES ASSOCIEES AUX RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM REGULIERE

15 - 30 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LFA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: POLYEDRIQUE SUBANGULEUSE PEU NETTE TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE PEU FRAGILE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR32 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR46 ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS:
ARGILO-FERRUGINEUX PAS DE FACES LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET
HYDROXYDES * RACINES NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION
SUR: 2 CM ONDULEE

30 - 50 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR42 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR46 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISTANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES NOMBREUSES *
POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 10 CM REGULIERE

50 - 120 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE NON FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR61 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 PEU NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES *
REVETEMENTS: FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES * RACINES TRES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE
(HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 10

		Profondeur cm	0-15	15-30	30-50		
PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	50,7	55,0	26,2		
	- - - 4,2	%	30,0	28,3	17,9		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	30,1	20,6	60,1		
	Limon	%	37,6	31,1	11,5	:	
	Sable très fin	%	16,3	20,0	8,6		
	Sable fin	%	11,9	17,7	11,0		
	Sable grossier	%	4,1	10,6	8,2		
	Classe granulométrique		Laf	Lfa	A		
Matière Organique	Matière organique	%	7,53	6,58	1,95		
	Carbone	%	4,37	3,82	1,13		
	Azote	‰	4,71	4,18	1,27		
	Rapport C/N		9	9	9		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	6,8	6,3	10,0		
Complexe absorbant	Ca m.e pour 100 g		3,03	3,55	3,40		
	Mg - - -		1,56	1,90	2,10		
	K - - -		0,23	0,03	0,02		
	Na - - -		0,12	0,18	0,13		
	S - - -		4,94	5,66	5,65		
	C.E.C. - - -		24,30	24,60	10,10		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		20	23	56		
PH	pH eau		5,40	5,55	4,95		
	pH KCl						

PROFIL: 11 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:23/09/1983
COMMUNE:MANGALAHALA

LONG: 48-26-10 E
LAT : 17-44-25 S
ALT : 755 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: BAIBOHO / ALL.FLUV.LAC * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON
DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 15 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE PEU FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR54 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES NOMBREUSES * FENTES DE: 10 MM ESPACEES DE: 20 CM * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM REGULIERE

15 - 52 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: POLYEDRIQUE SUBANGULEUSE PEU NETTE COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR56 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * FENTES DE: 1 MM ESPACEES DE: 1 CM * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

52 - 65 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LFA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PEU PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR56 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

65 - 140 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 * TACHES: NON IDENTIFIEES DE COULEUR: 75YR54 * REVETEMENTS: LIMONEUX PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 10 CM REGULIERE

140 - 150 CM * IDENTIFICATION: * TRES HUMIDE * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR30 * TACHES: NON IDENTIFIEES DE COULEUR: 5YR58 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 11

Profondeur cm 0-15 15-52 52-65

PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	42,0	41,3	25,6		
	- - - 4,2	%	16,5	19,5	15,1		

EU	Eau utile	%					
----	-----------	---	--	--	--	--	--

Granulométrie	Argile	%	37,7	32,4	15,4		
	Limon	%	39,0	46,9	21,5		
	Sable très fin	%	5,6	16,9	34,7		
	Sable fin	%	6,9	3,5	27,1		
	Sable grossier	%	0,8	0,4	1,3		
	Classe granulométrique		La	Laf	Lfa		

Matière Organique	Matière organique	%	2,69	1,08	0,98		
	Carbone	%	1,56	0,63	0,57		
	Azote	‰	1,63	0,78	0,44		
	Rapport C/N		10	8	13		

P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	2,1	1,8	7,7		
-------------------------------	--------------------	-----	-----	-----	-----	--	--

Complexe absorbant	Ca	m.e. pour 100 g	5,35	4,90	5,20		
	Mg	- - -	6,00	5,60	5,35		
	K	- - -	0,13	0,08	0,08		
	Na	- - -	0,63	0,40	0,38		
	S	- - -	12,11	10,98	11,01		
	C.E.C.	- - -	17,40	17,40	14,20		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		70	63	78		

PH	pH eau		6,15	6,75	6,75		
	pH KCl						

PROFIL: 12 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:23/09/1983
COMMUNE:MANGALAHALA

LONG: 48-26-16 E
LAT : 17-45-30 S
ALT : 760 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 60 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBAHO" *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
DEBRIS ET RESIDUS TRES DECOMPOSES * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT TRES PLASTIQUE
FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 25Y 32 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 5YR56 * REVETEMENTS: PAS DE
FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX *
ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM REGULIERE

20 - 40 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LFA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
5YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION
SUR: 5 CM REGULIERE

40 - 60 CM * IDENTIFICATION: * TRES HUMIDE * TEXTURE: LS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES
NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
5YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE
GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION
NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 13 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:23/09/1983
COMMUNE:AMBODIAKONDRO

LONG: 48-25-25 E
LAT : 17-45-05 S
ALT : 757 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* HYDROLOGIE--> NAPPE A: 115 CM * GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: "BAIBOHO" *
GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT: BASSIN D'IRRIGATION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: A A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR44 * TACHES: DE COULEUR: 75YR58 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: DE FER * RACINES PEU NOMBREUSES * FENTES DE: 20 MM ESPACEES DE: 20 CM * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 2 CM

20 - 80 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LAF A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 5YR56 * TACHES: DE COULEUR: 75YR54 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM

80 - 130 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: S A SABLE GROSSIER * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: PARTICULAIRE PEU COMPACT NON PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR44 * TACHES: DE COULEUR: 10YR21 * REVETEMENTS: MANGANESIFERES PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: DE MANGANESE * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 13

Profondeur cm 0-20 vers 40 vers 60

PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	40,3	38,1	5,7		
	- - - 4,2	%	26,9	24,1	4,6		

EU	Eau utile	%					
----	-----------	---	--	--	--	--	--

Granulométrie	Argile	%	55,5	36,3	3,4		
	Limon	%	33,0	38,7	3,0	:	
	Sable très fin	%	8,3	15,7	4,4		
	Sable fin	%	2,2	7,6	34,5		
	Sable grossier	%	1,1	1,7	54,7		
	Classe granulométrique		A	Laf	S		

Matière Organique	Matière organique	%	3,43	1,65	0,31		
	Carbone	%	1,99	0,96	0,18		
	Azote	‰	2,27	0,94	0,20		
	Rapport C/N		9	10	9		

P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	3,7	2,0	22,6		
-------------------------------	--------------------	-----	-----	-----	------	--	--

Complexe absorbant	Ca	m.e. pour 100 g	6,90	5,65	2,88		
	Mg	- - -	7,85	7,80	2,76		
	K	- - -	0,11	0,05	0,01		
	Na	- - -	1,15	1,06	0,38		
	S	- - -	16,01	14,56	6,23		
	C.E.C.	- - -	19,50	15,40	3,60		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		82	95	/		

pH	pH eau		6,20	7,45	7,50		
	pH KCl						

PROFIL: 14 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:24/09/1983
COMMUNE:

LONG: 48-37-13 E
LAT : 17-27-43 S
ALT : 760 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ARGILE SABLEUSE * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT:
GLACIS D'EROSION

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 40 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: SL * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE:
GRENUE DE: 5 MM PEU NETTE TRES COMPACT * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR32 * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISSANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU NOMBREUSES * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5
CM

40 - 90 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LS * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE:
CONTINUE A ECLATS ANGULEUX TRES COMPACT * COULEUR DE L'HORIZON: 25Y 42 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR:
75YR58 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISSANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES PEU
NOMBREUSES * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 15 CM

90 - 120 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LAS * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS ANGULEUX COMPACT * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR56 * TACHES: D'OXYDATION DE
COULEUR: 75YR58 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISSANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES
PAS DE RACINES * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 15 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:24/09/1983

COMMUNE:AMBOUDAMANGA

LONG: 48-37-22 E

LAT : 17-27-12 S

ALT : 758 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ALLUVIONS FLUVIATILES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON
DOMINANT: PLAINE ALLUVIALE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 20 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 100 MM PEU NETTE TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR44 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 3 CM

20 - 80 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 100 MM PEU NETTE COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR33 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES ET RACINES * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 1 CM

80 - 95 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR33 * TACHES: NON IDENTIFIEES DE COULEUR: 10YR22 TRES NOMBREUSES ASSOCIEES AUX VIDES * REVETEMENTS: COMPLEXES PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE MANGANESE * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM

95 - 130 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: LA A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE TRES FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR44 * TACHES: DE COULEUR: 10YR21 ASSEZ NOMBREUSES DISTRIBUTION SANS RELATION * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE MANGANESE * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

RESULTATS ANALYTIQUES

Profil n° 15

Profondeur cm 0-20 vers 50 vers 100

PF	Humidité à PF 2,5	%					
	- - - 3,0	%	33,5	31,5	27,4		
	- - - 4,2	%	20,5	21,2	18,8		
EU	Eau utile	%					
Granulométrie	Argile	%	34,3	32,4	37,0		
	Limon	%	23,0	22,0	18,5		
	Sable très fin	%	16,8	16,8	20,2		
	Sable fin	%	24,2	19,9	20,3		
	Sable grossier	%	1,7	8,9	4,0		
	Classe granulométrique		La	La	La		
Matière Organique	Matière organique	%	3,14	2,67	2,53		
	Carbone	%	1,82	1,55	1,47		
	Azote	‰	2,06	1,39	1,44		
	Rapport C/N		9	11	10		
P ₂ O ₅	Phosphore Bray N°2	ppm	1,3	0,6	4,3		
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		6,72	8,75	8,00		
	Mg - - -		7,20	6,75	3,40		
	K - - -		0,10	0,02	0,03		
	Na - - -		0,19	0,14	0,05		
	S - - -		14,21	15,66	11,48		
	C.E.C. - - -		19,20	18,30	21,46		
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		74	86	43		
PH	pH eau		6,15	6,90	6,95		
	pH KCl						

PROFIL: 16 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:25/09/1983
COMMUNE:AMBONGABE

LONG: 48-26-48 E
LAT : 17-44-38 S
ALT : 760 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ALLUVIONS FLUVIATILES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON
DOMINANT: PLAINE ALLUVIALE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 45 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE:
PRISMATIQUE DE: 250 MM TRES NETTE TRES COMPACT PLASTIQUE NON FRIABLE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR43 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES RARES DE
FER EN TACHES * RACINES PEU NOMBREUSES * FENTES DE: 50 MM ESPACEES DE: 35 CM * POROSITE GLOBALE: PEU
POREUX * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

45 - 60 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR20 *
ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES ABONDANTS DE MANGANESE DE FORME DIFFUSE * RACINES PAS DE
RACINES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * TRANSITION SUR: 15 CM REGULIERE

60 - 120 CM * IDENTIFICATION: * HUMIDE * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT PLASTIQUE FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 75YR56 * TACHES:
D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR20 * REVETEMENTS: FACES LUISANTES * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET
HYDROXYDES RARES DE MANGANESE EN TACHES * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX *
TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 17 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:27/09/1983
COMMUNE:AMBOHIBE AVARAT.

LONG: 48-17-10 E
LAT : 17-48-30 S
ALT : 758 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ARGILE SABLEUSE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 25 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: LS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES HUMUS *
STRUCTURE: GRENUE DE: 5 MM NETTE TRES COMPACT PEU PLASTIQUE FRIABLE FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR21 * REVETEMENTS: PAS DE FACES LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES NOMBREUSES * POROSITE
GLOBALE: PEU POREUX * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

25 - 60 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: SA * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE NON FRAGILE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR53 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 ASSEZ NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER * RACINES PEU
NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * TRANSITION SUR: 20 CM REGULIERE

60 - 130 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: AS A SABLE FIN * MATIERES ORGANIQUES NON
ORGANIQUE * STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES TRES COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE
L'HORIZON: 10YR63 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 PEU NOMBREUSES * REVETEMENTS: PAS DE FACES
LUISANTES NI FACES DE GLISSEMENT * RACINES TRES PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: PEU POREUX * TRANSITION
NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 18 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:27/09/1983
COMMUNE:ANTSANGASANGA

LONG: 48-17-08 E
LAT : 17-50-15 S
ALT : 770 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ARGILE SABLEUSE * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT:
"TERRASSE ANCIENNE"

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 25 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: S * STRUCTURE: PARTICULAIRE COMPACT * COULEUR
DE L'HORIZON: 10YR32 * RACINES NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % *
TRANSITION SUR: 1 CM REGULIERE

25 - 80 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: S * STRUCTURE: PARTICULAIRE PEU COMPACT *
COULEUR DE L'HORIZON: 10YR62 * RACINES PAS DE RACINES * POROSITE GLOBALE: POREUX * ELEMENTS GROSSIERS:
0 % * TRANSITION SUR: 1 CM ONDULEE

80 - 80 CM * ELEMENTS SECONDAIRES: OXYDES ET HYDROXYDES DE FER EN CARAPACE * ELEMENTS
GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE (HORIZON

PROFIL: 19 ETUDE:LA20

DEPT: NATION:MG DATE:30/09/1983
COMMUNE:ANKASINA

LONG: 48-37-15 E
LAT : 17-25-35 S
ALT : 757 METRES

AUTEUR:BOURGEON - IRAT

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT

* GEOLOGIE--> MATERIAU OU ROCHE DOMINANT: ALLUV. FLUVIATILES * GEOMORPHOLOGIE--> TAXON DOMINANT:
BOURRELET ALLUVIAL

DESCRIPTION SYNTHETIQUE

DESCRIPTION DES HORIZONS

0 - 30 CM * IDENTIFICATION: * SEC * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES HUMUS * STRUCTURE:
PRISMATIQUE DE: 10 MM NETTE COMPACT TRES PLASTIQUE NON FRIABLE NON FRAGILE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR33 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 PEU NOMBREUSES * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE
GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

30 - 70 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: PRISMATIQUE DE: 150 MM NETTE COMPACT TRES PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON:
10YR44 * TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 PEU NOMBREUSES * RACINES PEU NOMBREUSES * POROSITE
GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION SUR: 5 CM REGULIERE

70 - 120 CM * IDENTIFICATION: * FRAIS * TEXTURE: A * MATIERES ORGANIQUES NON ORGANIQUE *
STRUCTURE: CONTINUE A ECLATS EMOUSSES COMPACT TRES PLASTIQUE PEU FRIABLE * COULEUR DE L'HORIZON: 10YR44 *
TACHES: D'OXYDATION DE COULEUR: 75YR58 PEU NOMBREUSES * REVETEMENTS: FACES DE GLISSEMENT * RACINES TRES
PEU NOMBREUSES * POROSITE GLOBALE: TRES PEU POREUX * ELEMENTS GROSSIERS: 0 % * TRANSITION NON OBSERVEE
(HORIZON